

# **IBM Bluemix IoT-prototyyppien kehittämisalustana**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Visamäki, syksy 2017

Laura Korpela

Tietojenkäsittely  
Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Laura Korpela	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	IBM Bluemix IoT-prototyyppien kehittämisalustana	
<b>Työn ohjaaja</b>	Tommi Lahti	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Hämeen ammattikorkeakoulun Älykkäät Palvelut -tutkimusyksikölle IBM Bluemixia IoT-prototyyppien kehittämisalustana. Työn tavoitteena oli tuottaa tutkimustietoa siitä, kuinka IoT-laite yhdistetään alustaan käyttämällä http- tai MQTT-protokollaa, kuinka dataa pitää käsitellä ennen sen tallentamista tietokantaan ja kuinka laitteesta saatu data voidaan esittää visuaalisesti. Tutkin myös, mikä on Node-RED-applikaatio sekä mitä pohjatietoja kehittämisalustan käyttäminen vaatii. Tutkimustiedon lisäksi testasin Thingseen ja Raspberry Pin yhdistämistä käytännössä. Tietoperustaksi tutkimukselle selvitin mitä ovat Internet of Things, IoT-kehittämisalusta, prototyyppi ja IBM Bluemix yleisesti. Tutkimustyö tehtiin IBM Bluemix:n tarjoamista Internet of Things -palveluista ja Node-RED-applikaatiosta. Tutkimuksessa selvitettiin mitä ne tarjoavat ja mihin niitä voidaan käyttää.

Alustan, Node-RED-applikaation toimivuutta sekä datan visualisointia esitellään ensin Internet of Things Starter -työkalun avulla. Työkalu luo valmiiksi Watson IoT -alustan, Node-RED-applikaation sekä tietokannan. Thingseen yhdistämistä IBM Bluemix -kehittämisalustalle kokeillaan kahdella eri tavalla siinä kuitenkin onnistumatta. Raspberry Pi:n yhdistäminen onnistui, joten sen avulla pystyttiin käytännössä esittelemään alustan toimivuutta ja tiedon siirtämistä Node-RED-applikaatioon. Alusta sopii hyvin IoT-laitteiden kehittämisalustaksi. Alustalla on saatavilla kaikki, mitä laitteelta saatavan datan käsittelyyn vaaditaan. Pohjatietoja alustan käyttämiseen ei erityisesti vaadita, yleinen ymmärrys ja tietämys aiheen asioista riittää. JavaScript-koodin ymmärtämisestä on kuitenkin hyötyä.

**Avainsanat** Tiedonkeruu, esineiden internet, pilvipalvelut

**Sivut** 49 sivua

Degree Programme in Business Information Technology  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Laura Korpela	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	IBM Bluemix As IoT Prototype Development Platform	
<b>Supervisor</b>	Tommi Lahti	

---

ABSTRACT

In this thesis, I study the IBM Bluemix and IoT-prototype development platform for Intelligent Services Research Unit of Häme University of Applied Sciences. I picked up an interest in this topic after an earlier project work. The aim of the thesis was to produce research data on how to combine the IoT-device with the http- or MQTT-protocol, how to handle the data before the data is stored to database and how the data from the device can be displayed visually. I also investigate what the Node-RED-application is and what baseline information is required to use the development platform. In addition to the research data, I tested Thingsee and Raspberry Pi in practice. As a basis for research, I investigated what the Internet of Things, the IoT development-platform, the prototype, and IBM Bluemix generally are. The research was carried out on IoT-services on IBM Bluemix and the Node-RED-application. The thesis describes what they are offering and where to use them.

Node-RED-applications functionality and the visualization of information are presented with the Internet of Things Starter -tool, which creates a Watson IoT-platform, a Node-RED-application, and a database. I tried to combine Thingsee on the Bluemix development platform in two different ways without success. The combination of Raspberry Pi was successful, so it can permanently showcase the functionality of the merging and substrate. As a rule, the platform is well suited for the development of IoT-equipment. All the data required for processing data from the device is available on the platform. Base information on the use of the platform is not particularly required. General understanding and knowledge of the subject matter is enough. Understanding JavaScript code, however, is useful.

**Keywords** Data collection, Internet of Things, cloud services

**Pages** 49 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	INTERNET OF THINGS, IOT-KEHITTÄMISALUSTA JA PROTOTYYPPI .....	2
2.1	Internet of Things ja teollinen internet .....	2
2.2	Prototyyppi .....	2
2.3	IoT-kehittämislusta .....	3
3	THINGSEE JA RASPBERRY PI .....	4
3.1	Thingsee .....	4
3.2	Raspberry Pi .....	5
4	IBM BLUEMIX .....	7
4.1	IBM Bluemix -palvelimet .....	8
4.2	Tiedon tallentaminen .....	8
4.3	Verkkopalvelut .....	8
4.4	Tietoturva .....	9
4.5	Sovellukset, palvelut ja työkalut .....	9
5	IBM BLUEMIX INTERNET OF THINGS -PALVELUT .....	10
5.1	IBM Bluemix Watson IoT-alusta ja työkalut .....	11
5.2	IBM Watson -kontekstikartta .....	13
5.3	IoT for Electronics .....	13
5.4	IBM Watson -kuljettajan käyttäytymistyökalut .....	13
5.5	IoT for Insurance .....	14
5.6	Kolmannen osapuolen tarjoamat työkalut .....	14
5.7	Datan käsittely .....	15
5.8	Quickstart .....	17
6	NODE-RED .....	18
6.1	Kuvaus ja soveltuvuus .....	18
6.2	Toiminnot .....	18
7	INTERNET OF THINGS PLATFORM STARTER .....	24
7.1	Watson IoT-alusta Ja Node-RED -applikaatio .....	25
8	THINGSEEN JA RASPBERRY PI: N YHDISTÄMINEN KEHITTÄMISALUSTAAN .....	32
8.1	Thingseen yhdistäminen kehittämislusta .....	32
8.2	Rasberry Pi:n yhdistäminen kehittämislusta .....	39
9	TULOKSET JA YHTEENVETO .....	45
	LÄHTEET .....	48

## KÄSITELUETTELO

BARE METAL	Bare metal on tietokonepalvelin, jossa virtuaalikone on asennettu suoraan laitteistoon eikä sen käyttöjärjestelmään (Rouse n.d. 2017).
VMWARE	VMware on virtuaalikone, joka mahdollistaa lähes minkä tahansa käyttöjärjestelmän asentamisen virtuaalikoneeseen, joka toimii Windowsilla tai Linuxilla (Linux 2016).
VCENTER	vCenter on VMwaren palvelinalusta virtualisaation hallintaan (Linux 2016).
VLAN-VERKKO	VLAN-verkko eli virtuaalilähiverkko, jossa tietoliikenneverkko jaetaan loogisiin osiin riippumatta, miten osastot on jaettu fyysisen rakennuksen sisällä (techopedia n.d. 2017).
HADOOP	Hadoop on avoimen lähdekoodin ohjelmisto, jota käytetään datan tallentamiseen ja analysointiin. Sitä hyödynnetään Big Datassa. Big data on tiedon keräämistä ja tiedon hyödyntämistä tekniikkaa käyttäen (Santos n.d. 2017).
IAAS	IaaS -palvelu on pilvipalvelun yksi palvelumalli, jossa infrastruktuuri on palveluna. Asiakas saa palveluna Web-pohjaisen hallintaliittymän. Asiakas huolehtii itse palvelimista, konfiguraatioista ja hallinnoimisesta (Eronen 2016).
PAAS	PaaS -palvelu on pilvipalvelun yksi palvelumalli, jossa sovellusalue on palveluna. Asiakas saa palveluna lähes kaiken muun, paitsi sovellustason päivitykset ja tietoturvan, joista on huolehdittava yleensä itse. (Eronen 2016).
MQTT	MQTT on IoT:ssa eli esineiden internetissä käytetty viestintäprotokolla.
GITHUB	Github on verkkosivusto, joka on tarkoitettu erilaisille ohjelmakehitysprojekteille.
NFS	Network File System eli NFS on yhteiskäytäntömenetelmä, jossa tiedostoja voidaan käyttää verkon kautta (techopedia n.d. 2017).
SSL-SERTIFIKAATTI	Internetliikenteen suojausmenetelmän standardi. Menetelmällä luodaan suojattu yhteys kahden tietokoneen välillä. (Aitoa n.d.)



## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Hämeen ammattikorkeakoulun Älykkäät palvelut -tutkimusyksikkö. Tutkimusyksikön tavoitteena on lisätä alueen kilpailukykyä yhteistyössä yhteistoimintaverkoston kanssa. Älykkäät palvelut -tutkimusyksiköllä on tarve saada tarkempaa tutkimusta alustasta erityisesti IoT-prototyyppien kehittämisalustana. Idea opinnäytetyöhön syntyi osallistuessani ICT-projektiin, jossa tutkittiin IBM Bluemix -kehittämisalustaa. Lisäksi oma kiinnostus aiheesta ohjasi tähän aiheenvalintaan.

Opinnäytetyössä vastataan asiakkaan antamiin tutkimuskysymyksiin: Minkälaisia pohjatietoja vaaditaan, että voidaan työskennellä IBM Bluemix -kehittämisalustalla? Mitä palveluita IBM Bluemix tarjoaa IoT-prototyyppien tekemiseen? Mikä on Node-RED ja mihin se soveltuu? Mitä käsittelyä data vaatii ennen tiedon tallentamista tietokantaan ja miten tietoa voidaan visualisoida? Miten laite yhdistetään MQTT- tai http-protokollan avulla?

Opinnäytetyön kohdat 2, 3 ja 4 käsittelevät tietoperustaa. Niissä selvitetään, mitä ovat Internet Of Things, IoT-kehittämialusta, prototyyppi ja IBM Bluemix. Lisäksi niissä selvitetään pohjatiedot laitteista Thingsee ja Raspberry Pi. Laitteita hyödynnetään käytännön osuudessa.

Opinnäytetyön kohdat 5, 6 ja 7 käsittelevät tutkimusosuutta. Tutkimusosuudessa tutkitaan alustan sopivuutta IoT-prototyyppien kehittämiseen, sekä alustan tarjoamia palveluita. Toiseksi tutkitaan alustan datan käsittely-ominaisuuksia. Tutkitaan miten paljon dataa pitää käsitellä, ennen kuin tietoa voidaan käsitellä alustalla ja tallentaa IBM Bluemix omaan tietokantaan. Tutkimusosuudessa tutkitaan myös, miten data voidaan esittää visuaalisesti IBM Bluemix -käyttöliittymässä. Tutkimusosuus sisältää myös pohjustusta käytännön osuuteen esittelemällä IBM Bluemix -alustan tarjoaman Internet Of Things Starter -työkalun.

Käytännön osuus esitellään ja raportoidaan kohdassa 8. Käytännön osuuden toteutus on suunniteltu yhdessä asiakkaan kanssa asiakkaan toiveiden mukaisesti. Käytännön osuudessa kokeillaan Thingsee -monitoimilaitteen sekä Raspberry Pin yhdistämistä kehittämisalustaan, sekä tallennetaan niistä saatu data tietokantaan ja esitetään data visuaalisesti Watson IoT-alustan käyttöliittymässä.

Opinnäytetyön kohdassa 9 raportoidaan tutkimuksen tulokset, sekä esitellään yhteenveto. Kohdassa 9 selvitetään myös, vastattiinko kaikkiin esitettyihin tutkimuskysymyksiin.

## 2 INTERNET OF THINGS, IOT-KEHITTÄMISALUSTA JA PROTOTYYPPI

Seuraavaksi esitellään opinnäytetyön tietoperustaa, mitä ovat Internet Of Things, prototyyppi ja IoT-kehittämisalusta.

### 2.1 Internet of Things ja teollinen internet

Internet Of Things, IoT eli esineiden internet. Tällä käsitteellä tarkoitetaan esineitä, jotka ovat älykkäitä ja yleensä yhteydessä internetiin. ”IoT:ssa on kyse älyn lisäämisestä fyysisiin laitteisiin tai tuotteisiin” (IoT Finland n.d. 2017). IoT-laitteita ovat esimerkiksi erilaiset aktiivisuusrannekkeet, kosteuden- ja lämpötilan seurantalaitteet tai erilaiset GPS-paikantimet.

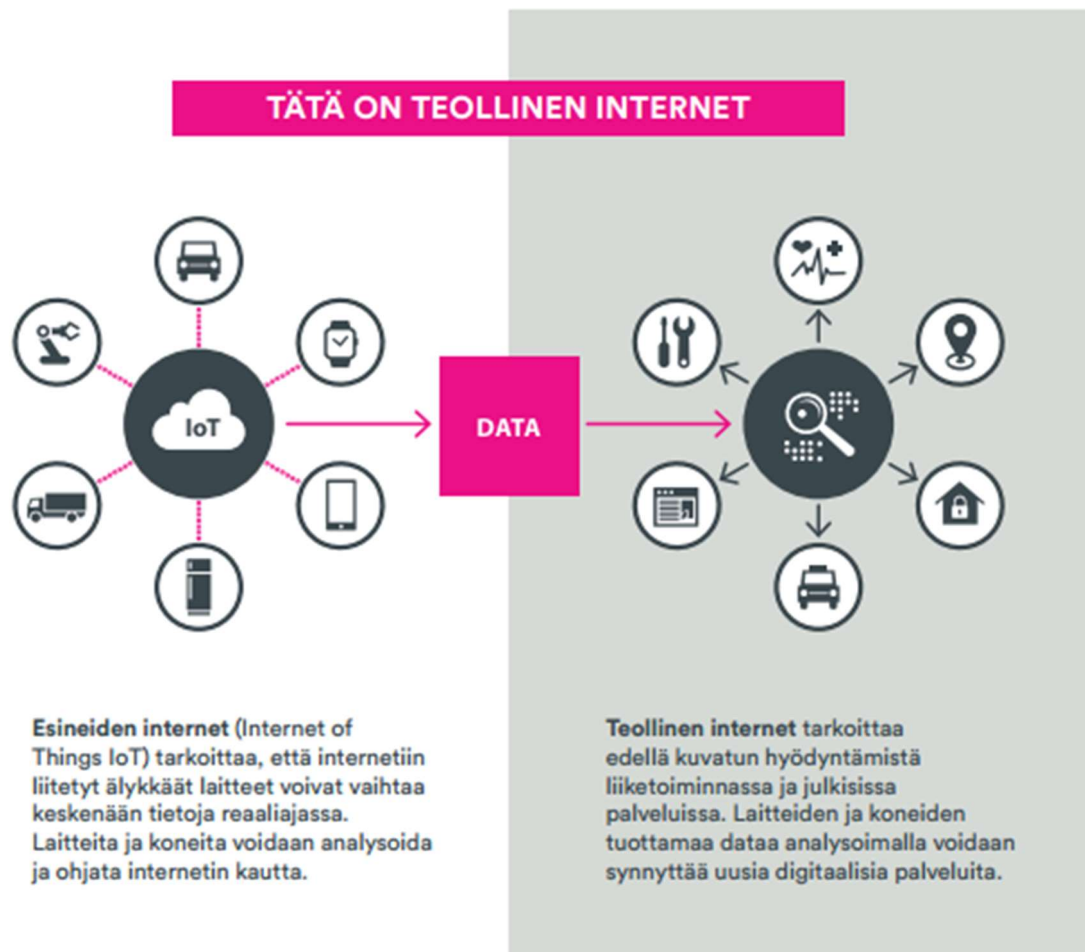
Esineiden internet sisältää laitteet sekä laitteiden järjestelmän, jonka avulla ne voivat kommunikoida keskenään. Järjestelmä sisältää lisäksi menetelmän datan keräämiselle. (Botelho 2013.) Internetin välityksellä esineisiin voidaan olla yhteydessä eri sovellusten tai kehittämisalustojen avulla. Esineisiin voidaan ladata tietoja ja niistä voidaan ladata tietoja mahdollista jatkokäsittelyä ja analysointia varten.

IoT-laitteet eli älykkäät tietolähteet tarjoavat yrityksille mahdollisuuden kehittää uudenlaisia liiketoimintoja (IoT Finland n.d. 2017). Teollisessa internetissä laitteiden lähettämää ja analysoitua dataa hyödynnetään liiketoiminnoissa ja julkisissa palveluissa (DNA n.d. 2017). Kuvassa 1 on esitettyä esineiden internet ja teollinen internet. Teollinen internet on mukana vertailussa, koska tässä opinnäytetyössä käsitellään myös laitteista saatavan datan analysointia. Se on olennainen osa teollista internetiä.

### 2.2 Prototyyppi

Prototyyppi on jonkin uuden tuotteen tai mallin ensimmäinen karkea versio. Prototyyppi voi olla jokin fyysinen laite tai se voi olla esimerkiksi jonkin ohjelmiston ensimmäinen versio. Prototyyppiä luotaessa luodaan koekappale eli prototyyppi lopullisesta tuotteesta, joka rakennetaan, testataan ja arvioidaan. (Nuori yrittäjyys n.d. 2017)





Kuva 1. Teollinen internet (dna n.d. 2017).

### 2.3 IoT-kehittämislusta

IoT-kehittämislusta koostuu kehittämisalustasta, käyttöjärjestelmästä sekä datan koordinoinnista. IoT-kehittämisalusta voi olla fyysinen yhdellä palvelimella oleva alusta tai pilvipohjainen alusta. IoT-kehittämisalustaan voidaan yhdistää tietoa erilaisista tietolähteistä tai laitteista. Laitteiden tai tietolähteiden pitää olla jo olemassa, jotta yhdistäminen voidaan tehdä. Tietolähteet voivat olla esimerkiksi fyysisiä IoT-laitteita, mobiililaitteita tai eri tietolähteistä saatavaa dataa. (IBM n.d. 2017)

IoT-kehittämisalustalla tietoa voidaan käsitellä ja muuntaa kehittämisalustan tarjoamilla työkaluilla käyttäjän haluamalla tavalla. Pilvipohjaista IoT-kehittämisalustaa käytettäessä tieto on käytettävissä kaikkialla, missä on internet. Alusta koordinoi ja käsittelee siihen liitettävää dataa ja toteuttaa siihen määritellyt ja ohjelmoidut toiminnot. Monilla eri kehittämisalustoilla tietoa tai dataa voidaan muuntaa sopivan mukaiseksi ja se voidaan tallentaa tietokantaan ja esittää käyttöliittymässä. (IBM Bluemix n.d. 2017)

### 3 THINGSEE JA RASPBERRY PI

#### 3.1 Thingsee

Thingsee on suomalaisen Haltia Group Oy:n kehittämä älykäs ohjelmoitava monitoimilaite ja kehitysalusta. Laite on suunniteltu ja valmistettu Suomessa. (Haapavaara 2015.) Laitteen tarkoitus on tehdä uuden sensoriteknologian tekemisestä helpompaa ja nopeampaa (verkkokauppa n.d. 2017).

Laite on ulkokuoreltaan yksinkertainen. Laitteen oikeassa reunassa on yksi nappi ja vasemmassa reunassa on kosketuspainike. Nappia painamalla laitteen saa päälle ja sitä painamalla valitut toiminnot hyväksytään. Toiminnot valitaan painamalla kosketuspainiketta. Kuvassa 2 on esitettynä Thingsee-monitoimilaite.

Ominaisuudet:

Thingsee Creator Beta -sovellus:	app.thingsee.com
Sijainti ja nopeus:	A-GPS & GNSS
Absoluuttinen orientaatio:	9-akselin sensori moduuli kiihtyvyyssmittarilla, gyroskoopilla ja magnetometrillä
Kiihtyvyys:	Ultra low power kiihtyvyyssanturi
Ympäristö:	Ultra low power ALS (ambient light sensor), ilmankosteussensori, lämpötilasensori ja ilmanpainesensori (barometri)
Laitteen UI input:	CapSense MBR3108
Akunkesto:	jopa yksi vuosi
Akku:	ladattava Li-ion akku 1900 mAh, MicroUSB 2.0
Mobiiliyhteys:	2G quad-band GPRS-modeemi ja microSD-korttipaikka (ei operaattorilukittu)
Muut yhteydet:	WLAN ja Bluetooth LE
Näyttö:	monochrome 1.54" graphic OLED näyttö, 128x64 resoluutio
Muisti:	microSD kortti 4GB (tuki jopa 128 Gt asti)
Mitat:	koko 110 x 67 x 19 mm, paino n. 100g
Muuta:	Thingsee API, SDK, Gpio, Jtag

(Verkkokauppa n.d. 2017)

# Thingsee ONE

The prototyping hardware kit



Kuva 2. Thingsee -monitoimilaite (Thingsee n.d.2017).

Laitteen voi ohjelmoida monenlaiseen erilaiseen käyttötarkoitukseen. Thingsee on iskunkestävä ja vedenpitävä, mikä tekee siitä monipuolisesti käytettävän erilaisissa olosuhteissa. Sitä voi käyttää kehityslaitteena tai sellaisenaan, esimerkiksi varashälyttimenä, lämpömittarina tai GPS paikantimena. Laite on IoT-laite eli se kuuluu esineiden internet perheeseen. Thingsee -laitteessa on avoin lähdekoodi. Avoin lähdekoodi antaa avoimen laitteen ohjelmistojen kehittelyyn yrityksille. Laite sopii myös harrastuskäyttöön. (Haapavaara 2015.)

Laitteen mukana tulee oma Web-käyttöliittymä, joka toimii ensisijaisena datan käsittely- ja tallennuskohteena. Data voidaan kuitenkin tallentaa mille tahansa toiselle pilvipalvelualustalle lisäämällä pilven URL -osoite laaditun tehtävän kohdalle. Käyttäjän pitää muokata laitteen "cloud.json" -tiedostoa, mikäli haluaa, että laite lähettää kaiken keräämänsä datan suoraan toiseen pilvipalveluun. Laite voidaan määrittää myös lähettämään tekstiviesti haluttuun numeroon, mikäli asetetut määrittymät toteutuvat. (Veronen, Kaartinen, Nokela 2016.)

Thingsee -monitoimilaitetta, laitteen ominaisuuksia ja datan käsittelyä esitellään myöhemmin käytännön osuudessa. Käytännön osuudessa kokeillaan laitteen yhdistämistä IBM Bluemix IoT-Watson -kehittämislustaan.

## 3.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi on piirilevyllä näyttävä Linux -käyttöjärjestelmällä toimiva pienikokoinen tietokone. Tuotteen tarkoitus on olla lähes tietokoneen veroinen ja sen avulla on kätevää opettaa esimerkiksi kouluissa ohjelmointia. Laitteesta on saatavilla useita eri hintaisia malleja, mutta hankintahinta on

kohtuullinen. Laitteesta löytyy suoritin, joka on alun perin suunniteltu älypuhelimeen, käyttömuistia, videokortti, HDMI-liitäntä, RCA-videoulostulo, 3,5 mm Audio-liitäntä, USB-portti sekä SD-korttipaikka. Kalliimmassa versiossa on myös LAN-liitäntä, jotta sen voi liittää suoraan verkkoon. Virta laitteeseen tulee MicroUSB:n kautta. (Puuronen 2012.)

Laitteeseen voidaan liittää näppäimistö ja hiiri USB-porttien kautta ja laitteesta voidaan tehdä esimerkiksi mediatietokone liittämällä se yhdessä videotiedostoilla lastatun USB-kovallevyn kanssa taulutelevisioon. (Puuronen 2012.) Kuvassa 3 on esitettyä esimerkki Raspberry Pi laitteesta.

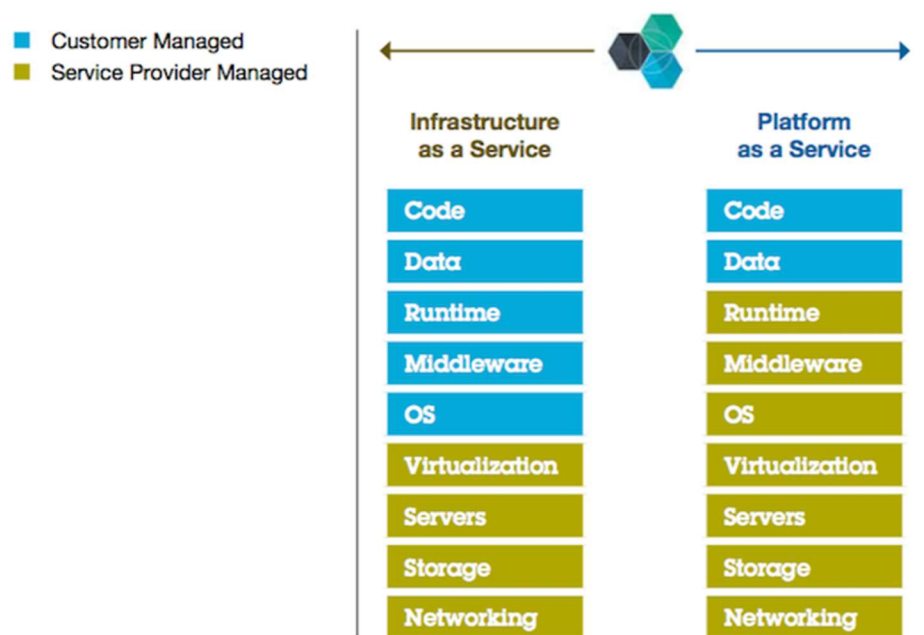


Kuva 3. Raspberry Pi esimerkki (Raspberry Pi n.d.).

Käytännön osuudessa kokeillaan Raspberry Pi:n yhdistämistä IBM Bluemix Watson -kehittämisalustalle.

## 4 IBM BLUEMIX

IBM Bluemix on IBM:n kehittämä avoimeen lähdekoodiin perustuva pilvipohjainen kehittämisalusta. IBM Bluemix -alustaan voidaan yhdistää eri palveluita ja laitteita jo olemassa olevista datalähteistä, sekä rakentaa niistä sovelluksia yritysten tai yksityisten ihmisten käyttöön käyttämällä itse kirjoitettua ohjelmointikoodia. Laitteista saatava data tallennetaan Bluemixn tietokantaan, joita on saatavilla erilaisia sekä dataa voidaan esittää visuaalisesti alustalla. Bluemixissa saatavilla on sekä IaaS- ja PaaS -palvelut, joita esitellään tarkemmin kuvassa 4. IBM Bluemixissa toimii myös aktiivinen yhteisö, joka kehittää alustaa jatkuvasti sekä antaa vastauksia loppukäyttäjien kysymyksiin. (IBM Bluemix n.d. 2017)



Kuva 4. IBM Bluemix IaaS- ja PaaS -palvelut (IBM 2015).

IBM Bluemixillä on useita eri datakeskuksia ympäri maailman. Datakeskukset on Euroopassa, Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Datakeskukset käyttävät julkista, sekä IBMn yksityistä verkkoa. Asiakas on yhteydessä keskuksen ensin julkista verkkoa käyttäen, jonka jälkeen keskuksen ovat yhteydessä toisiinsa yksityisellä verkolla. Asiakas voi itse valita, mitä datakeskusta haluaa palveluissaan käyttää. Bluemix tukee IPv4 verkko-osoitteiden lisäksi myös IPv6 verkko-osoitteita. (IBM Bluemix n.d. 2017)

IBM Bluemix tarjoaa valikoiman tuotteita, joita ovat esimerkiksi eri palvelinvaihtoehdot, tiedon tallennusvaihtoehdot, verkon työkalut, sekä tietoturvaluokkoja. Lisäksi saatavilla on datan, mobiililaitteiden ja IoT-laitteiden alustaan yhdistämiseen ja analysointiin tarkoitettuja sovelluksia ja työkaluja. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Seuraavaksi selvitetään IBM Bluemix tuotteita yleisesti. Internet of Things -tuotteita ja palveluita selvitetään myöhemmin tarkemmin kohdassa 5.

#### 4.1 IBM Bluemix -palvelimet

IBM Bluemixn tarjoamissa palvelimissa vaihtoehtoina ovat tunti- tai kuukausilaskutettavat Bare Metal- tai virtuaalipalvelimet. Bare Metal -palvelimet tarjoavat kokonaisvaltaisen paketin, mikäli asiakas tarvitsee myös oman prosessorin. Palvelimet ovat joko valmiiksi konfiguroituja tai sen voi tehdä halutessaan myös itse. Bare Metal -palvelimet ovat saatavilla maailmanlaajuisesti ja ilman sitoutumista kuukausittain. Virtuaalipalvelimissa on suuret muokkausmahdollisuudet ja ne ovat avoimia ja automatisoituja. Virtuaalipalvelimet integroituvat IBM Bare Metal -palvelimien kanssa, sillä ne on sijoitettu keskenään samaan VLAN -verkkoon. Virtuaalipalvelimet voidaan ottaa käyttöön käyttäjälle parhaassa sijainnissa ja ovat päällä vain tarvittavan ajan. Tämän jälkeen ne sammutetaan. (IBM Bluemix n.d. 2017)

#### 4.2 Tiedon tallentaminen

Tiedon tallentamiseen on useita mahdollisuuksia. Osa tallennusmuodoista on tarkoitettu pysyvämpään ja osa lyhytaikaiseen tallennukseen. Tietoa voidaan tallentaa esimerkiksi pilveen, jolloin tallennettu data on saatavilla ympäri maailman. Tallennetun tiedon kustannukset määräytyvät valitun tallennusmuodon mukaan. Kaikkia tallennusmuotoja voidaan käyttää Bare Metal sekä virtuaalipalvelimille. (IBM Bluemix n.d. 2017)

#### 4.3 Verkkopalvelut

IBM Bluemix tarjoaa useita verkkopalveluita, kuten tiedon jakeluverkon, verkon kuormituksen tasapainottamisen, verkon laitteet sekä verkkotunnuspalvelut. Tiedon jakeluverkko tarkoittaa sitä, että tietoa voidaan siirtää omassa yksityisessä tiedon jakeluverkossa ympäri maailmaa. Verkossa on huomioitu myös kuormituksen tasapainottaminen. Tasapainottaminen tarkoittaa sitä, että liikenteen kuormitusta jaetaan verkossa siten, että mikään yksittäisen laitteen datan liikenne ei saa hukkua tai hidastua. Käyttäjä voi itse määrittellä, miten verkon kuormaa jaetaan. Verkkoa käytettäessä ei tarvitse erikseen hallinnoida reitittämiä tai palomuuereja, vaan hallittavana on ainoastaan verkkoliitäntä. Omien palvelimien ja IBM Bluemixn väliin voidaan luoda suora yksityinen yhteys. Tällä suoralla yhteydellä voi siirtää dataa oman palvelimen ja IBM Bluemixn välillä. Saatavilla on myös verkkotunnuspalvelu. Verkkotunnuspalvelussa saatavilla on käyttöliittymän tilitahtumien seuranta ja hallinta. (IBM Bluemix n.d. 2017)

#### 4.4 Tietoturva

IBM Bluemixilla on työkaluja ja palveluja, jotta tietoturva voidaan turvata kehittämisalustaa käytettäessä. Tietoturva-avalikoimasta on räätälöitävissä tarkoitukseen sopiva paketti. Tietoturvassa noudatetaan IBM:n tietoturva-protokollia sekä alan tietoturvastandardeja, kuten ISO 27001 ja ISO 27002. Tietoturva kattaa asiakkaan koko Bluemixin infrastruktuurin. (IBM Bluemix n.d. 2017)

#### 4.5 Sovellukset, palvelut ja työkalut

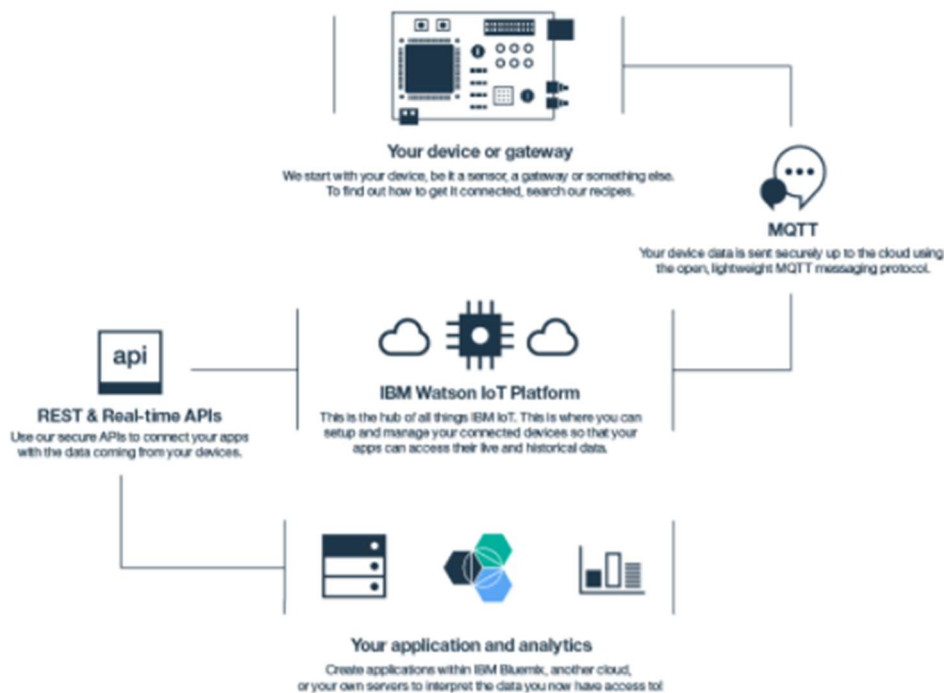
IBM Bluemix katalogi tarjoaa monia sovelluksia, palveluita ja työkaluja. Niillä voidaan esimerkiksi käyttää, hallita ja analysoida yhdistettyjä laitteita. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Sovellukset sisältävät erilaisia työkaluja, joilla palveluita voidaan käyttää ja muokata niistä omaan tarkoitukseen sopivia. Sovelluksia ovat erilaiset työkalut, kuten Node-RED-applikaatio, josta kerrotaan tarkemmin myöhemmin raportin kohdassa 6. Työkalujen valikoima on monipuolinen ja jokaiselle on suunniteltu oma tarkoituksensa. Osa työkaluista on tarkoitettu mobiilisovellusten tekemiseen, osa taas IoT-laitteen tai datan yhdistämiseen. Toiset työkaluista on tarkoitettu muun oheistoiminnan hoitamiseen, kuten käyttäjäprofiilien luomiseen sovelluksiin tai mobiilitestaukseen. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Datan käsittelyyn ja analysointiin on saatavilla useita palveluita ja työkaluja. Kaikki datan käsittelemiseen suunnitellut työkalut ovat yhteydessä toisiinsa. Toisella työkalulla voi esimerkiksi luoda yhteyden tietokantaan ja toisella työkalulla tietoa voidaan käsitellä ja analysoida. Palveluissa on myös työkaluja, jotka on tarkoitettu parantamaan ja nopeuttamaan IoT-laitteiden yhdistämistä tai vaikka tulkitsemaan auton virhelokia. (IBM Bluemix n.d. 2017) Datan käsittelyä ja datan käsittelyn työkaluja käsitellään myöhemmin lisää kohdassa 5.7.

## 5 IBM BLUEMIX INTERNET OF THINGS -PALVELUT

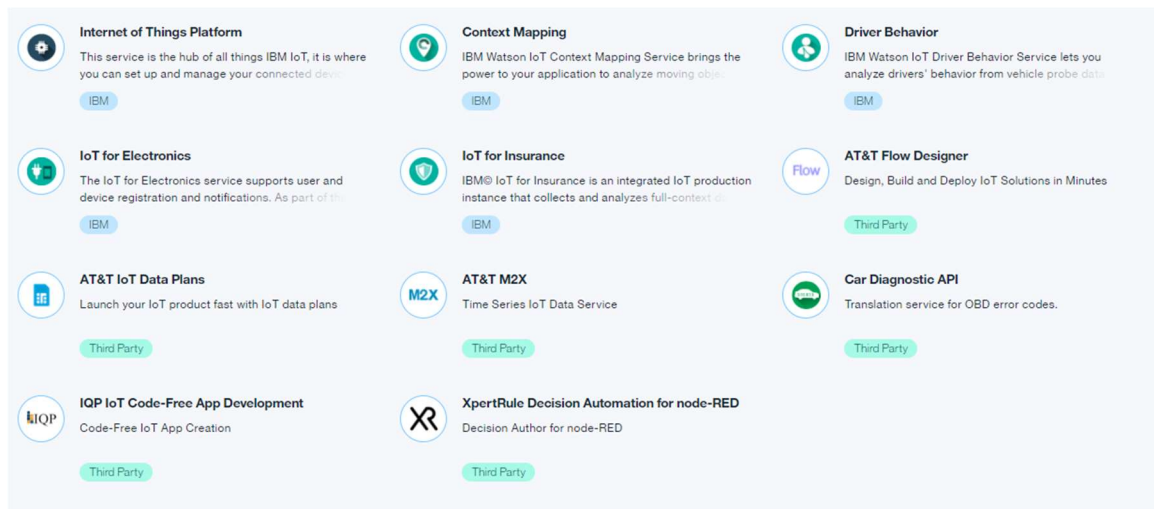
IBM Bluemix IoT-palveluiden perusta on IBM Watson -alusta. Kuvassa 5 on esitettynä Watson IoT-alustan toimivuus. IBM Watson -alustalle yhdistetään halutut IoT-laitteet http- tai MQTT-protokollaa käyttäen, jossa niitä voidaan tämän jälkeen hallita. Määritellyt sovellukset voivat käyttää alustalla laitteesta saatavaa tietoa. Alustalta dataa voidaan tarvittaessa siirtää toiseen kohteeseen jatkokäsittelyä varten. Sovellukset käyttävät IoT-Watson -alustan real-time ja REST API mahdollisuuksia kommunikoidakseen IoT-laitteiden kanssa ja kerätäkseen sovellukseen määriteltyä dataa. IBM Bluemixilla voidaan luoda visuaalisia sovelluksia, joilla voidaan tulkita ja analysoida laitteista, omalta palvelimelta tai toisesta pilvipalvelusta saatavaa dataa. (IBM Bluemix n.d. 2017)



Kuva 5. IBM Bluemix Watson IoT-alustan toimivuus (IBM n.d. 2017).

Seuraavaksi esitellään lisää Internet of Things -palveluita sekä työkaluja. Kuvassa 6 on esitettynä Internet Of Things -palvelut IBM Bluemix -katalogista.



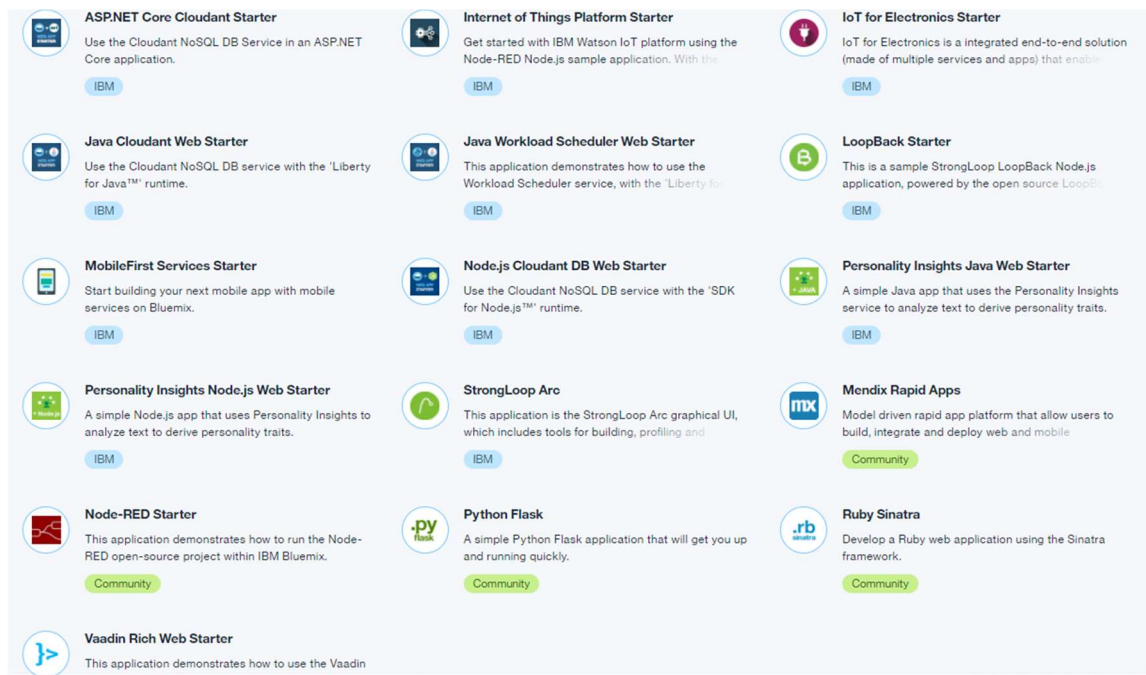


Kuva 6. Kuvankaappaus IBM Bluemix IoT-palveluista (IBM Bluemix n.d. 2017)

## 5.1 IBM Bluemix Watson IoT-alusta ja työkalut

IBM Bluemix Watson -alusta on IoT-palveluiden keskus. IoT-laite yhdistetään alustaan käyttämällä http- tai MQTT-protokollaa. Alustalla laitteista saatua tietoa voidaan käsitellä ja analysoida hallintapaneelin avulla. Dataa ei tarvitse erikseen ensin muuntaa, jotta alusta osaa sitä käsitellä. Watson -alustaa voi muokata lisäämällä siihen sovelluksia ja liittämällä siihen erilaisia viestintä- ja REST API -liittymiä. (IBM Bluemix n.d. 2017)

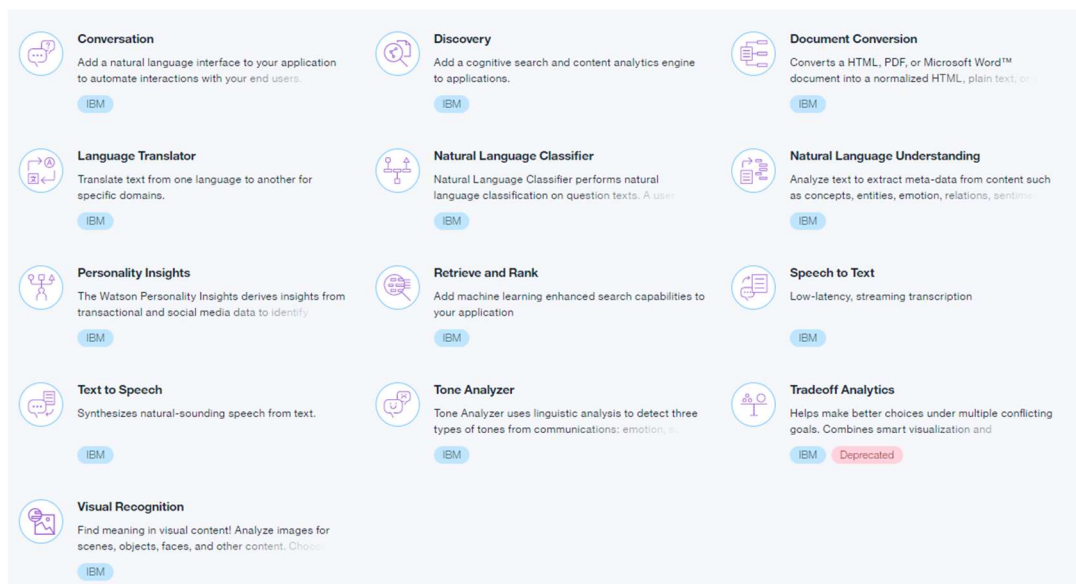
Erilaisia ohjeita IoT-laitteiden yhdistämiseen on saatavilla runsaasti, mutta oikean löytäminen voi olla haasteellista. Ensikertalaisen on yksinkertaisin käyttää valmiita Starter -työkaluja, jotka löytyvät katalogista Broilerplates-työkalujen alta. (IBM Bluemix n.d. 2017) Kuvassa 7 esitettynä Starter -työkalujen valikoima.



Kuva 7. Kuvankaappaus IBM Bluemix Starter -työkaluista (IBM Bluemix n.d. 2017.)

IBM Bluemix Watson IoT-alustalla laitteiden tietoja voidaan seurata ja analysoida reaaliaikaisesti hallintapaneelilla. Hallintapaneeliin voi määrittää sääntöjä ja automaattisia toimintoja. Ne voivat sisältävää hälytyksiä, sähköposteja, Node-RED -virtoja sekä ulkoisia palveluita. Näiden ominaisuuksien johdosta muutoksiin voidaan tarvittaessa reagoida nopeasti. Node-RED-applikaatio ja sen ominaisuudet käydään tarkemmin läpi myöhemmin. Alustan tiedonhallinnalla hallinnoidaan mitä laitteista saadulle datalle tehdään, mihin data tallennetaan sekä määritellään mahdollinen datan siirtäminen johonkin toiseen kohteeseen. Tietoturvan hallintatyökaluilla hallinnoidaan yhteyksien turvallisuutta ja käyttäjien käyttöoikeuksia. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Watson -alustalle on saatavilla useita työkaluja, jotka auttavat sovelluksien rakentamisessa. Työkaluilla voi esimerkiksi muokata sovelluksen tekstiä tai puhetta, kääntää tekstiä toiselle kielelle tai kääntää tekstiä puheeksi ja toisin päin. Kuvassa 8 esitetään Watson IoT-alustalle tarjolla olevat työkalut. (IBM Bluemix n.d. 2017)



Kuva 8. Kuvankaappaus Watson -työkaluista (IBM Bluemix n.d. 2017).

## 5.2 IBM Watson -kontekstikartta

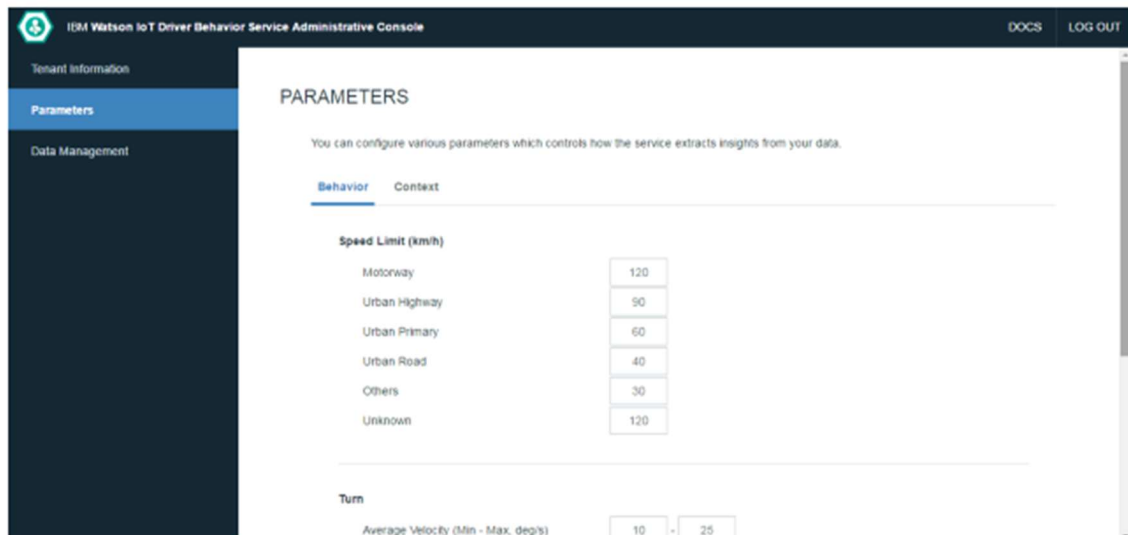
Kontekstikartoituspalvelu antaa sovellukselle oikeudet analysoida liikku-  
van objektin paikkatietoja ja reittiä. Palvelu hyödyntää reaaliaikaisia paik-  
katietopalveluja. Palvelu tarjoaa REST API -liittymät kartan sovittamiseen,  
lyhimmän reittihaun ja linkkihaun. (IBM Bluemix n.d. 2017)

## 5.3 IoT for Electronics

IoT for Electronics palvelu on integroitu kokonaisratkaisu, joka on tehty  
useista sovelluksista ja palveluista. Kokonaisratkaisun on tarkoitus helpot-  
taa ja yksinkertaistaa IoT-laitteen ja sen keräämän datan yhdistämistä ke-  
hittämisalustaan. Kokonaisratkaisun avulla voidaan kommunikoida, hallita,  
analysoida ja päivittää kehittämisalustaan kytkettyjä IoT-laitteita. (IBM  
Bluemix n.d. 2017)

## 5.4 IBM Watson -kuljettajan käyttäytymistyökalut

IBM Watson -kuljettajan käyttäytymistyökaluilla voidaan analysoida kuljet-  
tajan käyttäytymistä, kuten esimerkiksi kiihtyvyyttä, jarrutusta tai ylino-  
peutta ajoneuvoanturitietojen ja kontekstietojen avulla. Tietoja voidaan  
analysoida REST API:n avulla ja niitä voidaan käyttää eri sovelluksissa. Työ-  
kalu käyttää analysoinnin apuna Hadoopia. Analysointi voidaan määritellä  
käyttäjän haluamalla tavalla. Kuvassa 9 on esitettyä parametreja, joita  
työkaluun voidaan asettaa. (IBM Bluemix n.d. 2017)



Kuva 9. Kuvankaappaus kuljettajan käyttäytymistyökalun parametrien säätämisestä (IBM Bluemix n.d. 2017).

## 5.5 IoT for Insurance

IoT for Insurance tarjoaa tietoa vakuutuksenottajan tilanteesta, kuten sijainnin, sään, liikenteen tai alueen yleisen hyvinvoinnin. Tiedot auttavat vakuutuksen tarjoajaa tarjoamaan vakuutuksenottajalle henkilökohtaisesti räätälöityä vakuutusta. (IBM Bluemix n.d. 2017)

## 5.6 Kolmannen osapuolen tarjoamat työkalut

IBM Bluemix -alustalla on saatavilla myös kolmannen osapuolen tarjoamia työkaluja. Näitä ovat esimerkiksi AT&T Flow -suunnittelutyökalu ja AT&T Data -suunnittelutyökalu. AT&T Flow -suunnittelutyökalu on Web-pohjainen kehitysympäristö. Ympäristössä voidaan prototyyppien avulla rakentaa ja hallita IoT-sovelluksia. IoT-ratkaisuista voidaan luoda prototyyppejä, jotka on luotu avoimella lähdekoodilla ja ovat saatavilla GitHubin kautta. AT&T Data -suunnittelutyökalulla voidaan luoda matkapuhelinyhteys IoT-projekteihin. Työkalulla hallinnoidaan IoT-laitteen SIM-korttia ja datan käyttöä. (IBM Bluemix n.d. 2017)

IQP IoT kooditon sovelluskehittäjä tarjoaa IBM Bluemixin kanssa end-to-end IoT-ratkaisun. Työkalulla voidaan luoda koodittomia sovelluksia laitteiden seurantaan, hallintaan, käyttäjäraportteihin ja videokameraan. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Car Diagnostic API:n avulla voidaan arvioida auton tilaa. Työkalu kääntää auton OBD-virhekoodit luettavaan muotoon. Tietokanta sisältää yli 17 000 virhekoodia. (IBM Bluemix n.d. 2017)

XpertRule Decision Automation for Node-RED -työkalu on tarkoitettu avuksi kehittäjille, asiantuntijoille ja analyytikoille. Työkalun avulla voidaan helpommin testata, ylläpitää ja ottaa nopeammin käyttöön Node-REDin päätöslogiikka. (IBM Bluemix n.d. 2017)

M2X -pilvelle voidaan kerätä ja tallentaa tietoja yhdistettyjen laitteiden antureista. M2X -hallintapaneelilla voidaan hallinnoida ja visualisoida laitteesta saatavaa tietoa reaaliajassa. (IBM Bluemix n.d. 2017)

## 5.7 Datan käsittely

Dataa voidaan visualisoida Watson -alustalla, mutta sen lisäksi datan käsittelyyn ja analysointiin on saatavilla laaja valikoima erilaisia palveluita ja työkaluja. Työkalut löytyvät Katalogista palveluiden alta. Tarjolla on IBMn omia palveluita sekä kolmannen osapuolen tarjoamia palveluita. Kaikki datan käsittelyyn, hakemiseen ja analysointiin tarkoitetut palvelut ja työkalut ovat yhteydessä toisiinsa. Niitä yhdistelemällä voidaan luoda tarpeisiin sopiva paketti. (IBM Bluemix n.d. 2017.) Kuvassa 10 on esitelty Datan käsittelyyn ja analysointiin tarkoitetut työkalut. Seuraavaksi kerrotaan lisää joidenkin työkalujen ominaisuuksista ja mahdollisuuksista.

Palveluista Apache Spark on tarkoitettu laajamittaiseen datan käsittelyyn ja se on datan käsittelyn niin sanottu moottori. Sen avulla suuria määriä dataa voidaan käsitellä nopeasti ja tehokkaasti. Datahaut toimivat IBMn avoimella alustalla käyttäen apunaan Apache Spark- ja Apache Hadoop -palveluita. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Datan tallentamiseen on tarjolla erilaisia tietokantoja. Datan hakemiseen ja datan analysointiin tietokannoista on tarjolla työkaluja, jotka voidaan yhdistää tietokantoihin ja analysointityökaluihin. Tietokannat voidaan yhdistää myös Watson IoT-alustaan. Osa tietokannoista on SQL-pohjaisia ja osa NoSQL-pohjaisia. Esimerkiksi Cloudant NoSQL DB ja Compose for MongoDB ovat NoSQL-pohjaisia tietokantoja. SQL-pohjainen tietokanta on esimerkiksi Compose for MySQL, jonka tarjoaa MySQL -tietokanta. (IBM Bluemix n.d. 2017)

IBM DashDB on tietokantapalvelu, joka on tarkoitettu datan varastointiin ja analysointiin. Palvelu tarjoaa Web-konsolin, jossa on tarvittavat työkalut tietokannan hallintaan, kuten SQL-editori. Tietokantaan voi ladata dataa erilaisilta SQL yhteensopivista tietokannoista ja pilvipalveluista. Palvelu sisältää myös tarvittavat visuaaliset analysointityökalut. Dash DB for Transactions SQL Database tarjoaa kokonaisvaltaisen pilvipohjaisen SQL tietokantapaketin. Palvelussa on oma tietokanta, josta ladataan halutut tiedot sekä muodostetaan niistä visuaaliset analyysit. Palveluun voidaan ladata tietoa myös muista pilvipalveluista tai tietokannoista ja yhdistää niitä analyysiin. Analyysissä voidaan käyttää tietokannan valmiiksi rakennettua tai itse luotua analyysipohjaa. (IBM Bluemix n.d. 2017)

IBM Bluemix Data Connect on tietojen integroimiseen tarkoitettu palvelu, jolla voidaan löytää, puhdistaa, standardisoida, muotoilla ja muuntaa dataa. Palvelulla voidaan yhdistää eri tietokantoja, pilvialustoja ja sovelluksia sekä niistä voidaan luoda uusia tarkoitukseen sopivia sovelluksia. Streaming Analytics -työkalulla dataa voidaan seurata ja analysoida reaaliaikaisesti, kun se saapuu tietolähteestä. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Weather Company Data -palvelun avulla voidaan säätietoja integroida muihin analyyseihin. Säätietojen integroiminen analyyseihin antaa liiketoiminnalle tarpeellista tietoa, mikäli sään ennakoiminen on tärkeä osa liiketoimintaa. (IBM Bluemix n.d. 2017)

Sosiaalista mediaa, kuten Twitteriä, blogeja ja uutissivustoja voidaan seurata reaaliaikaisesti. Niistä tiedon hakemiseen ja analysoimiseen on tarkoitettu työkalut Accern-API ja Insigns for Twitter. (IBM Bluemix n.d. 2017)



Kuva 10. Kuvankaappaus Datan käsittelyn ja analysoinnin työkaluista (IBM Bluemix n.d. 2017).

## 5.8 Quickstart

Quickstart -palvelu on saatavilla Watson IoT-alustalla IoT-laitteen yhdistämistä varten. Palvelun avulla IoT-laite voidaan yhdistää alustaan laitteen ID:n avulla. Quickstartin avulla yhdistettävien IoT-laitteiden on tuettava MQTT yhdistämisprotokollaa. (IBM Bluemix n.d. 2017)

## 6 NODE-RED

### 6.1 Kuvaus ja soveltuvuus

Node-RED on IBM:n vuonna 2013 kehittämä ohjelmointityökalu, jonka avulla voidaan yhdistää tapahtumat ja laitteet esineiden internetiin (IBM n.d. 2017). Node-RED on rakennettu Node.js kirjastolle. Node.js on avoimen lähdekoodin JavaScript -runtime, joka mahdollistaa JavaScriptin hyödyntämisen palvelinpuolella (Vänskä 2012).

Node-RED tarjoaa selainpohjaisen editorin, jonka avulla voidaan yhdistää virtoja useilla solmupisteillä. Node-RED sisältää toimintoja, joiden avulla voidaan tallentaa erilaisia toimintoja, malleja ja virtoja uudelleenkäyttöön. Node-RED koostuu Node.js pohjaisesta runtime-ohjelmasta, jossa niin sanottuja Nodeja vedetään työtilaan, jossa niitä yhdistellään. Node-REDillä on virtauskirjasto, jonne käyttäjät voivat ladata oman Node-RED -virtansa muiden käyttäjien käytettäväksi. Kirjastossa on myös saatavilla käyttäjien itse luomia Nodeja, joita voi asentaa ja käyttää. Noden voi luoda myös tarvittaessa itse. (Node-RED n.d. 2017)

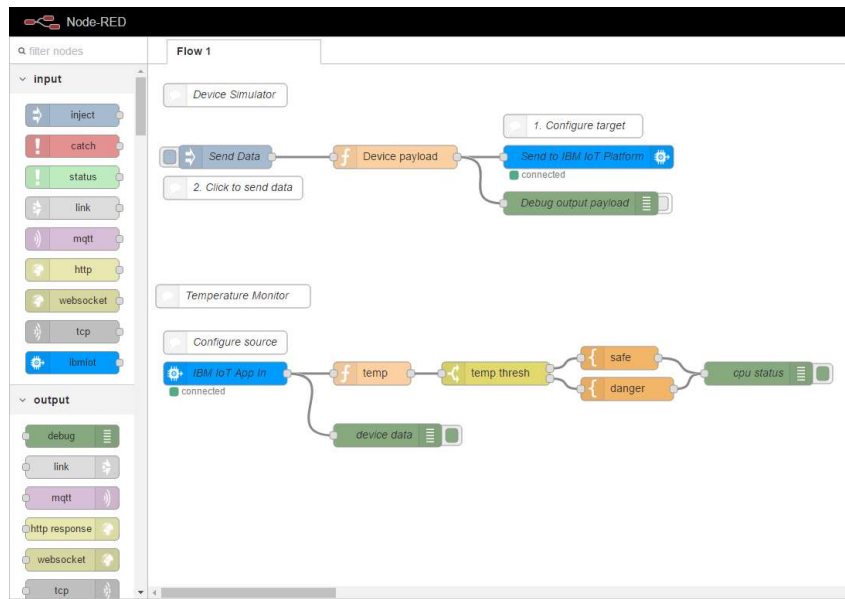
Node-RED -applikaatiota on mahdollista käyttää eri tavoin. Sitä voidaan käyttää paikallisesti koneelle asennettavan asennusohjelman avulla, jollain laitteella, kuten esimerkiksi Android -sovelluksella tai pilvipalvelussa, kuten IBM Bluemix. Myös muita pilvipalveluita voidaan yhdistää Node-REDin kanssa. (Node-RED n.d. 2017)

Node-REDillä voidaan hakea dataa esimerkiksi IoT-laitteesta, joka on ensin esimerkiksi yhdistetty johonkin kehittämisalustaan tai sosiaalisesta mediasta sekä eri Web-palveluista. Haettu tieto voidaan yhdistää Node-REDin avulla tietokantaan tai esimerkiksi IBM Bluemix Watson -alustaan visuaalista esittämistä varten. Tiedon siirtoon voidaan määritellä erilaisia ehtoja, mikäli halutaan määritellä tarkemmin, minkälaista tietoa halutaan siirtää.

### 6.2 Toiminnot

Node-RED-applikaation vasemmassa reunassa on saatavilla kaikki valmiit Nodet. Tarvittavat Nodet raahataan keskelle ja jokaiseen voidaan asettaa halutut toiminnot. Painamalla kutakin Nodia, tulee kyseisen käyttötarkoitus ja ohjeet esille työkalun oikeaan reunaan. Kuvassa 11 on esitettyinä esimerkki Node-RED -applikaation tietovirrasta.





Kuva 11. Kuvankaappaus tietovirrasta Node-RED-applikaatiossa.

Kuvan 12 a) Node-RED Input -Nodeilla voidaan tuoda tietoa Node-RED-applikaatioon tai linkittää tietovirtoja. Tietoa voidaan tuoda URL-osoitteesta tai IoT-laitteesta Watson -alustan kautta käyttämällä http- tai MQTT-protokollaa. Input Nodeilla Inject määritellään, kuinka usein tietoa ladataan tietolähteestä. (Node-RED-applikaatio 2017)

Kuvan 12 b) Node-RED output -Nodeilla luodaan yhteys ulos. Debug Nodeilla saadaan haettu data näkymään suoraan Node-RED-applikaation oikeassa reunassa, josta on kätevä tarkastaa yhdistämisen toimivuus sekä mitä dataa lähteestä tulee. Output -Nodeilla lähetetään dataa esimerkiksi Watson IoT-alustalle, URL-osoitteeseen tai esimerkiksi tekstiviestillä puhelimeen. (Node-RED-applikaatio 2017)



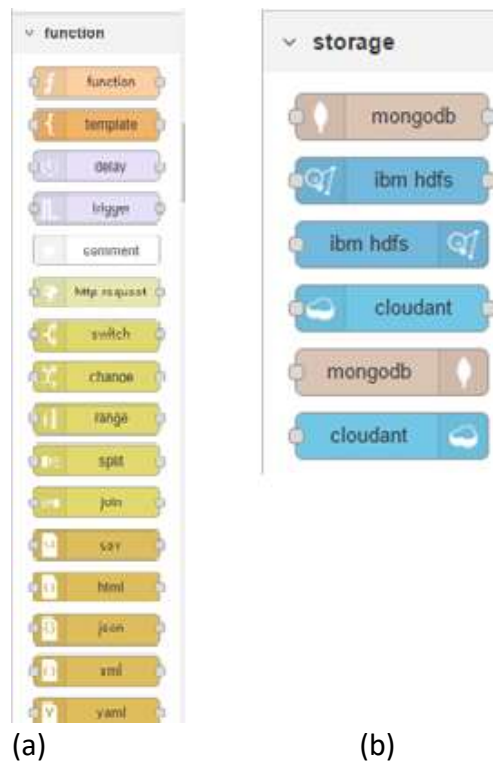
(a)

(b)

Kuva 12. Kuvankaappaus 12 a) Node-RED input -Nodet ja Kuva 12 b) Node-RED output -Nodet Node-RED-aplikaatiossa.

Kuvan 13 a) Node-RED funktion -Nodeilla voidaan Node-RED -alustalle tuodulle tiedolle luoda erilaisia sääntöjä tai ehtoja. Monet tämän valikon Nodeista vaativat JavaScript -ohjelmointiosaamista ja kirjoittamista. Node-RED -kehittäjäyhteisöstä on saatavilla valmiita koodeja, joita voi vapaasti käyttää. (Node-RED-aplikaatio 2017)

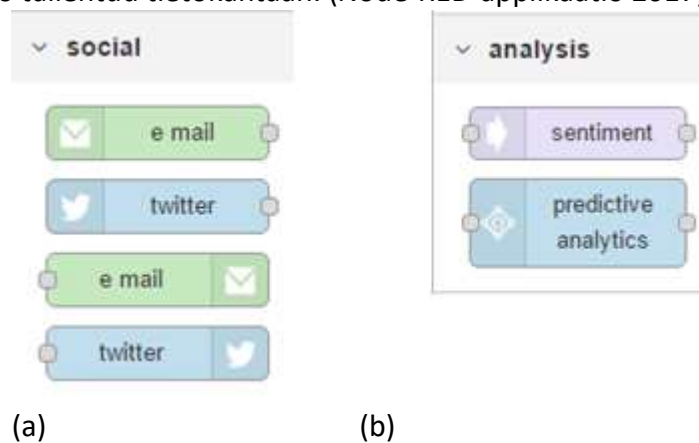
Kuvan 13 b) Node-RED storage -Nodet on tarkoitettu tiedon varastointiin. Niillä voidaan tallentaa, päivittää, poistaa ja hakea tietoa tietokannasta erilaisin määritellyin ehdoin. (Node-RED-aplikaatio 2017)



Kuva 13. Kuvankaappaus Kuva 1 a) Node-RED function -Nodet ja kuva 13 b) Node-RED storage -Nodet Node-RED-aplikaatiossa.

Kuvan 14 a) Node-RED social -Nodeilla voidaan hakea tai lähettää tietoa Twitterin tai sähköpostin ja Node-REDin välillä. Määritelmäksi tiedon haakuun esimerkiksi Twitteristä voidaan asettaa erilaisia ehtoja, kuten voidaan hakea kaikki twiitit, jotka sisältävät jonkin tietyn avainsanan. (Node-RED-aplikaatio 2017)

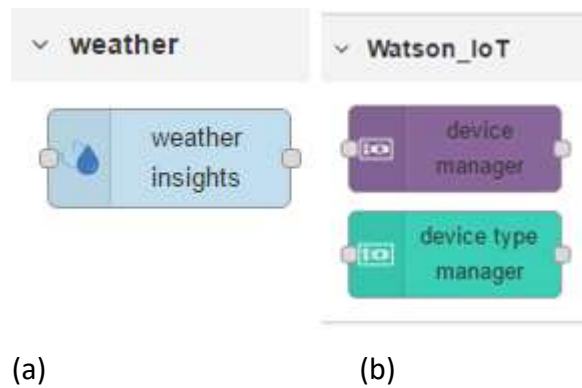
Kuvan 14 b) Node-RED analysis -Nodet on tarkoitettu tiedon analysointiin jo tiedon hakuvaiheessa. Haetulle tiedolle voi asettaa ehtoja ja vain ehdon täyttävä tieto tallentuu tietokantaan. (Node-RED-aplikaatio 2017)



Kuva 14. Kuvankaappaus kuva 2 a) Node-RED social -Nodet ja kuva 14 b) Node-RED analysis -Nodet Node-RED-aplikaatiossa.

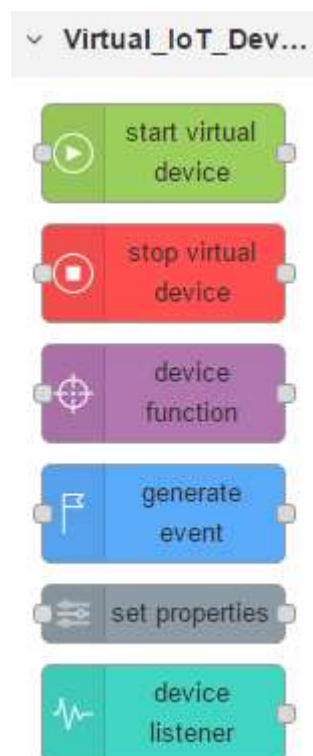
Kuvan 15 a) Node-RED weather -Nodeella päästään kiinni The Weather Companyn säätietoihin, historiatietoihin ja reaaliaikaisiin säätietoihin. (Node-RED-applikaatio 2017)

Kuvan 15 b) Node-RED Watson IoT -Nodeilla voidaan hallita Watson IoT -alustaan kytkettyjä IoT-laitteita. (Node-RED-applikaatio 2017)



Kuva 15. Kuvankaappaus kuva 3 a) Node-RED weather -Node ja kuva 15 b) Node-RED Watson IoT -Node Node-RED-applikaatiossa.

kuvan 16 Node-RED Virtual\_IoT\_Devices -Nodeilla voidaan luoda ja hallita virtuaalisia IoT-laitteita. (Node-RED-applikaatio 2017)



Kuva 16. Kuvankaappaus Node-RED Virtual-IoT -Node Node-RED-applikaatiossa.

Näiden juuri esiteltyjen Nodien lisäksi on vielä IBM Watson -Nodit. Näissä Nodeissa on samat toiminnot, kuin IBM Watson -työkaluissa, joita esiteltiin aikaisemmin kohdassa 5. Näiden Nodien lisäksi käyttäjä voi luoda omia Nodeja tai ladata niitä Node-RED- tai GitHub -kirjastosta. (Node-RED n.d. 2017.) Node-REDin ominaisuuksia esitellään lisää kohdassa 7, jossa esitellään Internet of Things Platform Starter -työkalu.

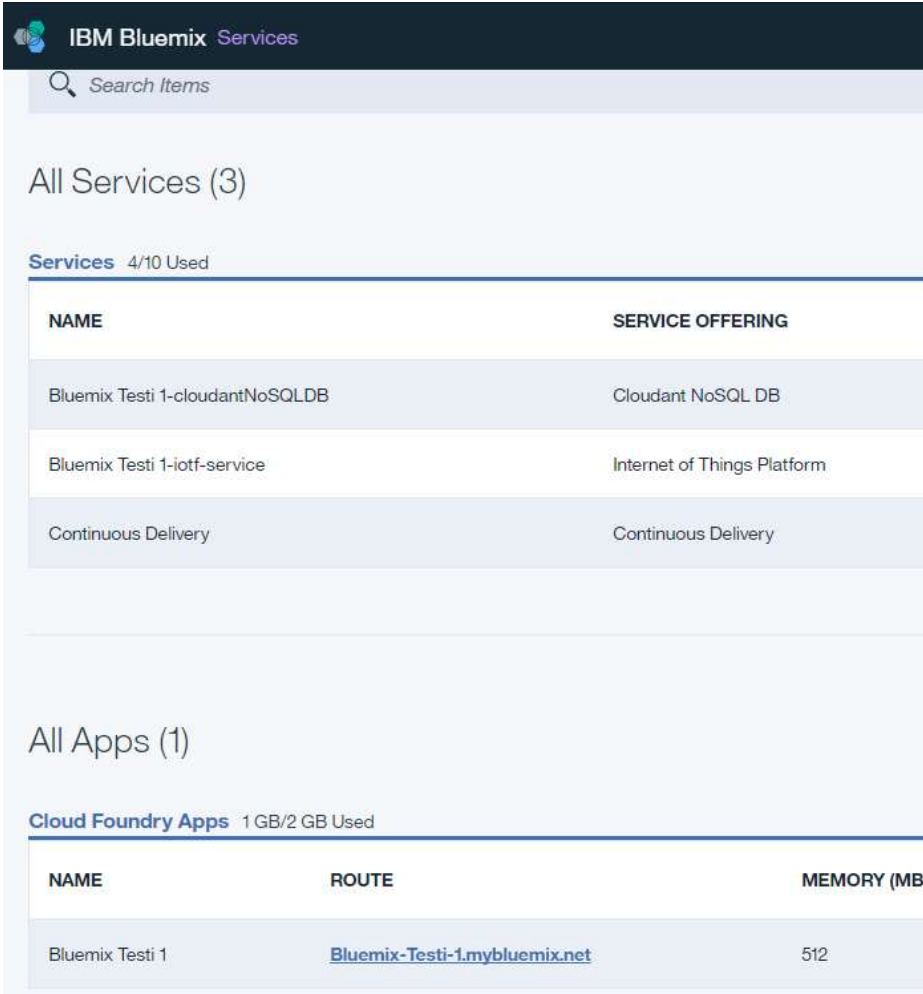
## 7 INTERNET OF THINGS PLATFORM STARTER

Helpoiten Node-RED-applikaation ja IBM Watson IoT-alustan toimivuutta pääsee itse testaamaan sekä esittelemään käyttämällä IBM Bluemix katalogista boilerplates -työkalujen alta löytyvää Internet of Things Platform Starter -työkalua.

Työkalu luo automaattisesti Watson IoT -alustan, Node-RED runtime-ympäristön, NoSQL-pohjaisen tietokannan datavirralle, Node-RED-applikaation sekä yhteyden näiden kaikkien välille (Bluemix 2017.) IBM Watson IoT-alustalla data tullaan esittelemään visuaalisesti. Kaikki Starter -työkalun luomat toiminnot voidaan luoda myös yksitellen manuaalisesti. Starter -työkalua luomalla kannattaa Node-RED-applikaatio luomisen yhteydessä suojata salasanalla, koska muuten sinne on kaikilla käyttäjillä vapaa pääsy.

Internet of Things Starter -työkalun tarkoitus on tuoda simuloituja ja muokattuja tietoja Watson IoT-alustalle Node-RED-applikaation avulla, tallentaa ne tietokantaan ja näyttää data visuaalisesti. Starter -työkalu käyttää datan lähteenä simuloitua datan lähdetä, joka voidaan muuttaa toiseksi ja silti yhteydet tietokantaan ja alustaan pysyvät. Työkalun avulla on helppo lähteä liikkeelle, jos Bluemix ja Node-RED -applikaation ominaisuudet ja datan yhdistäminen eivät ole ennestään tuttuja.

Kuvassa 17 esitetään Internet of Things Starter -työkalun luomat palvelut. Node-RED-applikaatio käynnistetään applikaatioiden alta. IoT-alusta käynnistetään painamalla palveluiden alta kohdasta IoT-service. Tietokantaan pääsee valitsemalla Cloudant NoSQL DB.



The screenshot shows the IBM Bluemix Services interface. At the top, there's a search bar labeled 'Search Items'. Below it, the section 'All Services (3)' is displayed with a sub-header 'Services 4/10 Used'. A table lists three services: 'Bluemix Testi 1-cloudantNoSQLDB' (Cloudant NoSQL DB), 'Bluemix Testi 1-iotf-service' (Internet of Things Platform), and 'Continuous Delivery' (Continuous Delivery). Below this, the 'All Apps (1)' section is shown with a sub-header 'Cloud Foundry Apps 1 GB/2 GB Used'. A table lists one app: 'Bluemix Testi 1' with route 'Bluemix-Testi-1.mybluemix.net' and memory '512 MB'.

NAME	SERVICE OFFERING
Bluemix Testi 1-cloudantNoSQLDB	Cloudant NoSQL DB
Bluemix Testi 1-iotf-service	Internet of Things Platform
Continuous Delivery	Continuous Delivery

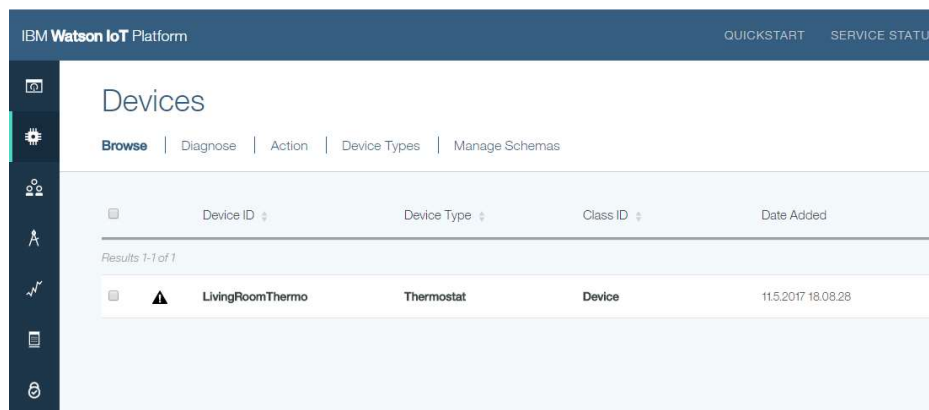
NAME	ROUTE	MEMORY (MB)
Bluemix Testi 1	<a href="https://Bluemix-Testi-1.mybluemix.net">Bluemix-Testi-1.mybluemix.net</a>	512

Kuva 17. Kuvankaappaus Internet of Things Platform Starter työkalun luomista palveluista.

Starter -työkalu luo osan toiminnoista ensin automaattisesti ja loput toiminnoista luodaan tämän jälkeen itse ohjeistuksen mukaisesti. Seuraavaksi esitellään Starter -työkalun luoma Watson IoT-alusta ja datan visualisointi sekä Node-RED -virta ja sen toiminnot.

## 7.1 Watson IoT-alusta Ja Node-RED-applikaatio

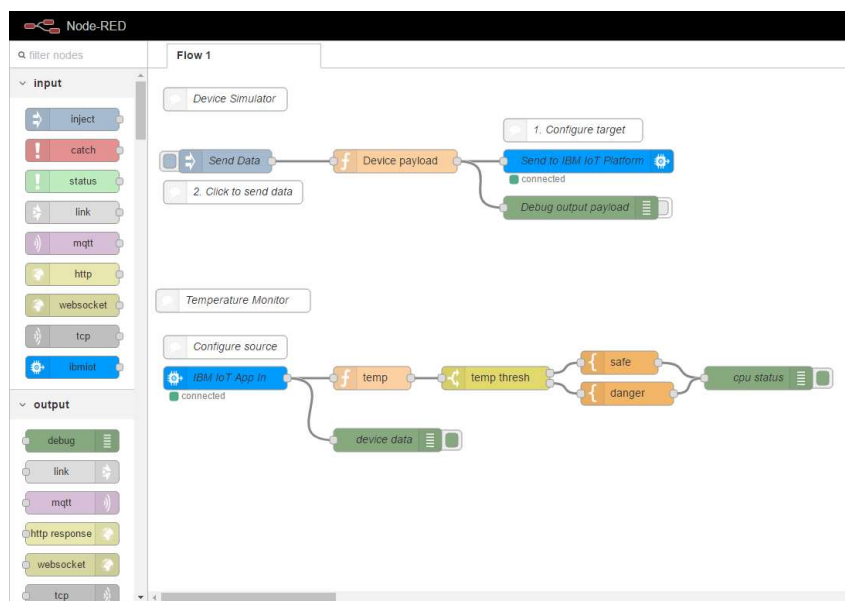
Käynnistetään Watson IoT-alusta. Starter -työkalussa laite on yhdistettynä Watson IoT-alustaan API Keyn avulla. API Keyn tietoja pääsee tarkastelemaan valitsemalla alustalla vasemmalta Apps. API Keyn valikkoa tarkastellaan myöhemmin paremmin käytännön osuudessa. Starter -työkalun asetuksissa luodaan laite Watson IoT-alustalle, joka yhdistetään myöhemmin Node-RED-applikaatioon. Kuvassa 18 esitetään Watson IoT-alustalle Starter -työkalun ohjeiden mukaan luotu ja Node-RED-applikaatioon yhdistettävä laite. Luotaessa Watson IoT-alustalle laitetta, pitää laitteen Device ID ja Device Type olla samat kuin Node-RED-applikaatiossa, kuvassa 24, jotta Watson IoT-alusta ja Node-RED-applikaatio osaavat yhdistää laitteen oikein.



Kuva 18. Kuvankaappaus Node-RED-applikaatiosta liitetystä laitteesta Watson IoT-alustalla.

Käynnistetään Node-RED-applikaatio. Käynnistämisen jälkeen painetaan Go To Your Node-RED Application.

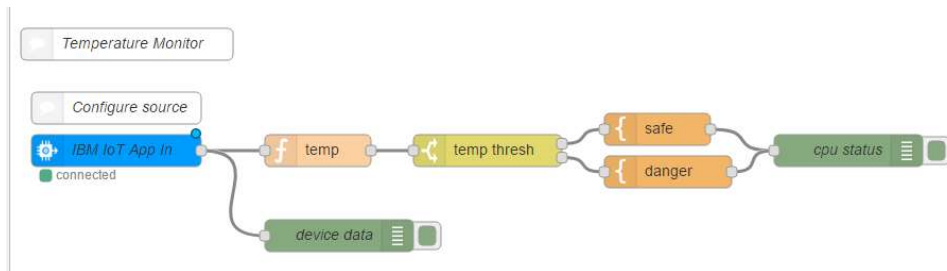
Kuvassa 19 on esitetty visuaalisesti Starter -työkalun luoma Node-RED-applikaatio sekä luodut Nodet. Työkalu on muuttanut Nodien nimeksi niitä tässä käyttötarkoituksessa paremmin kuvaavat nimet. Simulaatiossa on kaksi pääkohtaa, Device Simulator ja Temperature monitor.



Kuva 19. Kuvankaappaus Node-RED-applikaatiosta ja Nodeista Node-RED-applikaatiossa.

Kuvassa 20 on tarkemmin esitelty Temperature Monitor. Se sisältää Nodet IBM IoT App In, temp, device data, temp thresh, safe, danger, cpu status.





Kuva 20. Kuvankaappaus Node-RED Temperature Monitorista Node-RED-aplikaatiossa.

IBM IoT App in -Nodea käytetään IoT-laitteen yhdistämiseen Node-RED-aplikaatioon sekä yhdessä Watson IoT-alustan kanssa. Kuvassa 21 on esitetty IBM IoT App in asetukset Starter -työkalua käytettäessä. Tässä tapauksessa yhdistämisessä käytetään Bluemix Service -palvelua.

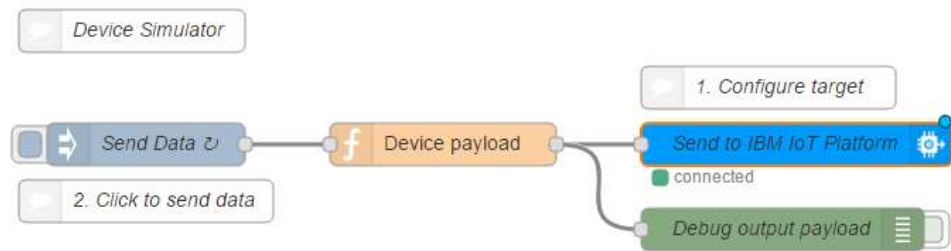
The image shows the 'Edit ibmiot in node' configuration window. It has a 'Delete' button, a 'Cancel' button, and a 'Done' button. The configuration fields are as follows:

- Authentication:** Bluemix Service
- Input Type:** Device Event
- Device Type:** All or +
- Device Id:** All or device id e.g. ab12cd231a21
- Event:** All or +
- Format:** All or json
- QoS:** (empty dropdown)
- Name:** IBM IoT App In

Kuva 21. Kuvankaappaus Ibmiot in Node asetuksista Node-RED-aplikaatiossa.

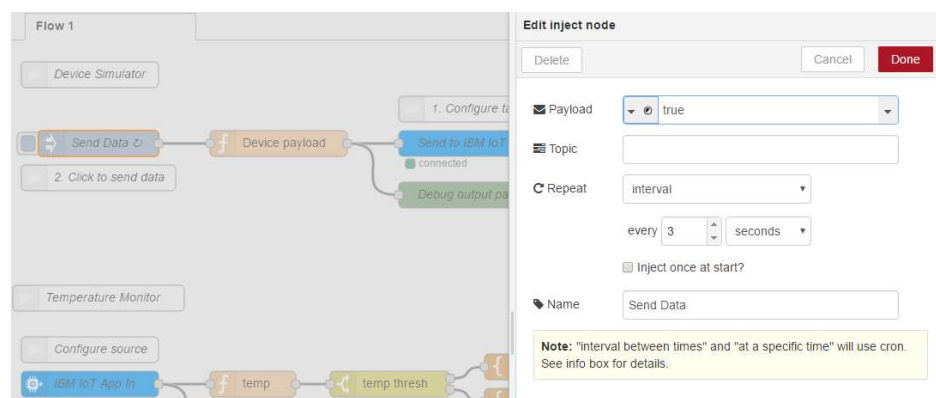
Kuvan 20 funktio -Nodeilla luodaan ehtoja, joilla yhdistettyä tietoa halutaan lajitella ja suodattaa. Määritykset pitää muuttaa tai poistaa, kun laitteeksi muutetaan oma IoT-laite.

Device Simulator, kuvassa 22, sisältää Nodet Send Data, Device payload, Debug output payload ja Send to IBM Platform.



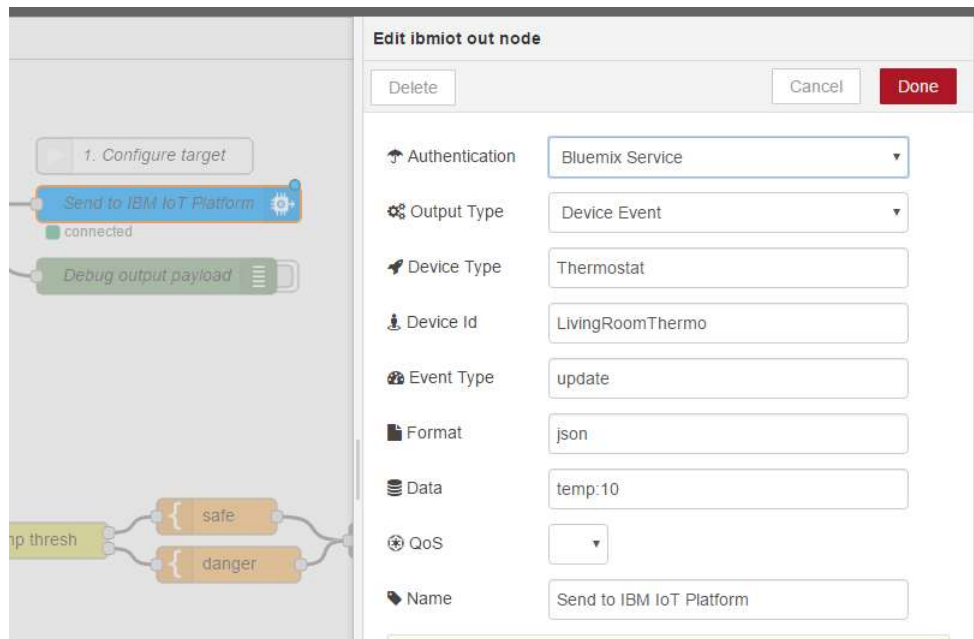
Kuva 22. Kuvankaappaus Node-RED device Simulaattorista Node-RED-aplikaatiossa.

Send Data -Node määrittelee miten ja kuinka usein tietoa lähetetään. Device payload -Node sisältää lähetettävän datan JSON -määrityksiä. Debug output payload -Node näyttää reaaliaikaista dataa applikaation oikeassa reunassa. Send to IBM IoT Platform -Node lähettää muokattua dataa takaisin Watson IoT-alustalle. Kuvassa 23 on määriteltynä Send Data -Nodeen määritellyt lähetysasetukset. Asetuksissa dataa lähetetään kolmen sekunnin välein. Asetuksiin voidaan vaihtaa haluttu lähetystiheys.



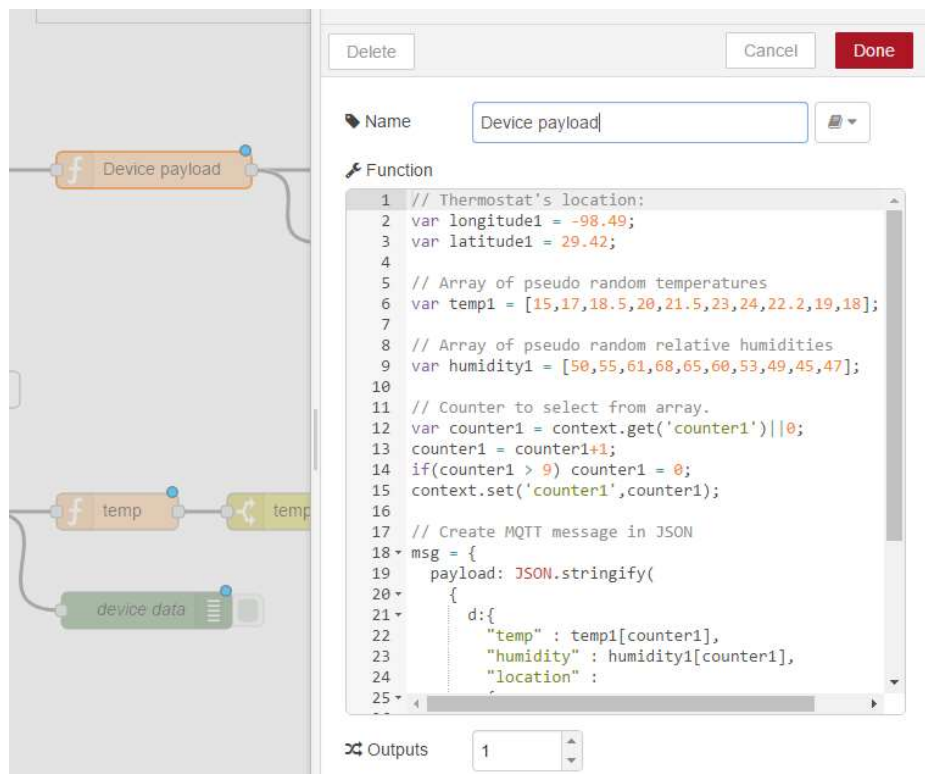
Kuva 23. Kuvankaappaus Node-RED lähetysasetuksista Node-RED-aplikaatiossa.

Data lähetetään takaisin Watson IoT-alustalle. Kuvassa 24 datan kohde määritellään Send to IBM Platform -Nodessa. Asetuksiin syötetään laitteelle Device Type ja Device Id, joiden on oltava samat, kuin Watson IoT-alustalle luodussa laitteessa. Näillä identifiointitiedoilla luodaan yhteys Watson IoT-alustan laitteen ja Node-RED-aplikaation välille. Muutettaessa Node-RED-aplikaatioon omia asetuksia, voi tiedon lähetyskohteeksi muuttaa toisen kohteen.



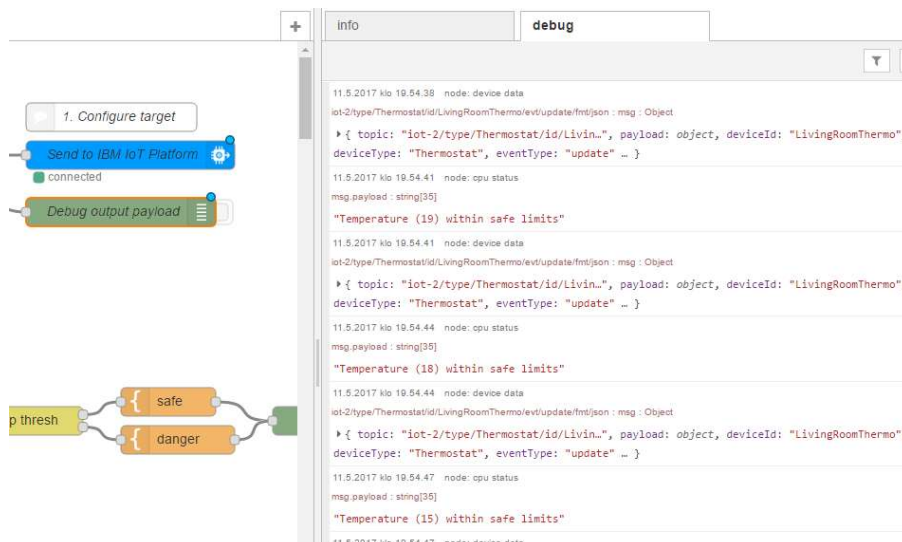
Kuva 24. Kuvankaappaus Send to IBM Platform asetuksista Node-RED-aplikaatiossa.

Kuvassa 25 oleva Node Device payload on funktio -Node. Funktio -Node mahdollistaa JavaScript-koodin suorittamisen. Laitteesta saatava data muunnetaan objektiksi nimeltä msg, jolla on yleensä msg.payload ominaisuus. Tämä sisältää viestin rungon, johon voidaan lisätä muita Node-virtoja. Yksinkertaisimmillaan tieto voidaan muuttaa msg -objektiksi, mikäli dataa ei haluta muuten muuntaa, kirjoittamalla function -Nodeen vain: return msg. (Node-RED n.d 2017.) Mikäli Starter -työkalun luomia Nodeja tullaan käyttämään oman yhdistetyn IoT-laitteen kanssa, pitää function -Node koodi muuttaa vastaamaan omaa IoT-laitetta.



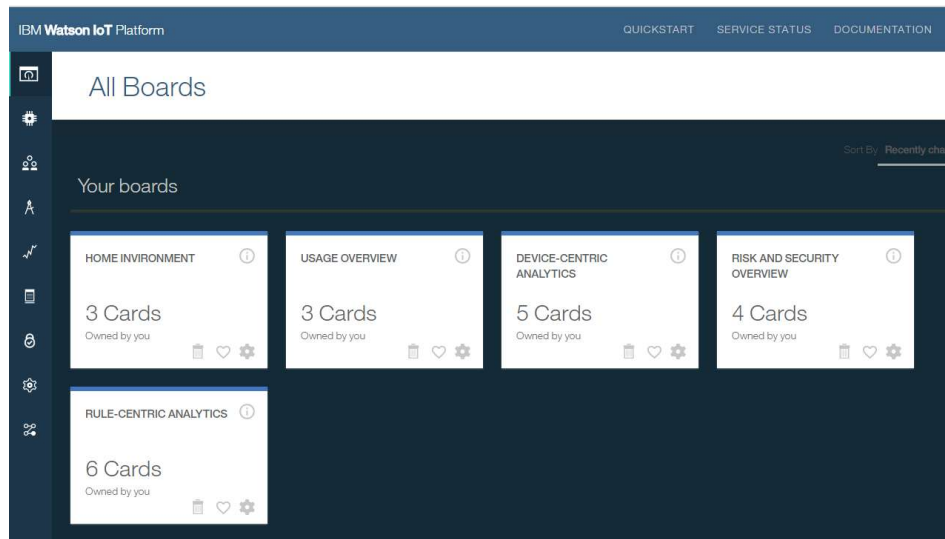
Kuva 25. Kuvankaappaus Node-RED Termostaatin määrittämisestä Node-RED-aplikaatiossa.

Kuvan 26 Debug output payload -Node lähettää reaaliaikaista tietoa yhdistetystä laitteesta Node-RED-aplikaation debug -välilehdelle, joka näkyy näytön oikeassa reunassa.



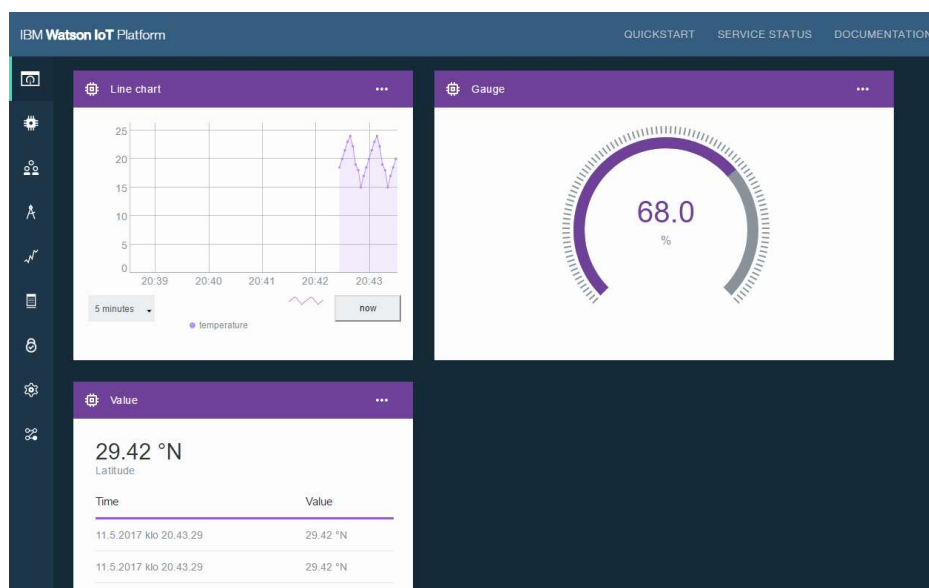
Kuva 26. Kuvankaappaus reaaliaikaisen tiedon esityksestä Node-RED -applikaatiossa.

Node-RED-aplikaation asetusten jälkeen palataan Watson IoT-alustalle. Watson IoT-alustalla on työpöytä, jonne luodaan uusia visuaalisia korttikoelmia alustalle yhdistetystä datasta. Kuvassa 27 on esitettyä Watson IoT-alustan työpöytä.



Kuva 27. Kuvankaappaus Watson IoT-alustan työpöydästä.

kuvassa 28 on esitettyä Node-RED-aplikaatiosta alustalle tuleva data visuaalisesti. Alustalla voidaan luoda halutun mukaisia visuaalisia elementtejä, jotka päivittyvät reaaliaikaisesti. Kuvan 28 mukaiset visuaaliset analysointielementit on luotu Starter -työkalun ohjeiden mukaisesti. Diagrammeista voi luoda halutun mukaiset ja vaihtoehtoja on useita.



Kuva 28. Kuvankaappaus datan visuaalisesta esittämisestä Watson IoT-alustalla.

## 8 THINGSEEN JA RASPBERRY PI: N YHDISTÄMINEN KEHITTÄMISALUSTAAN

Seuraavaksi esitellään opinnäytetyön käytännön osuus. Käytännön osuudessa kokeillaan Thingseen ja Raspberry Pin yhdistämistä IoT-Watson kehittämisalustaan. Yhdistämisessä käytetään kohdassa 7 esiteltyä Internet Of Things Starter -työkalua. Yhdistämisen jälkeen on tarkoitus tutkia datan tallentamista tietokantaan sekä datan esittämistä visuaalisesti IoT-Watson alustalla.

### 8.1 Thingseen yhdistäminen kehittämisalustaan

Ensimmäiseksi esitellään Thingsee -monitoimilaitteen yhdistäminen Watson IoT-alustaan. Tarkoitus oli yhdistää Thingsee ensin Watson IoT-alustaan ja sieltä Node-RED-applikaatioon, jossa laitteesta saadulle datalle voidaan tehdä muokkauksia, rajauksia ja esimerkiksi hälytyksiä. Ohjeistuksia eri tapoihin yhdistää IoT-laite alustaan on runsaasti, mutta Thingseen yhdistämiseen ohjetta ei löytynyt. Ensin Thingsee asennettiin, jonka jälkeen tutkittiin ja kokeiltiin eri yhdistämismahdollisuuksia.

Thingsee kiinnitettiin USB-kaapelilla tietokoneeseen, rekisteröitiin ja yhdistettiin laitteen Thingsee Creatoriin osoitteessa [app.thingsee.com](http://app.thingsee.com). Yhdistäminen tehtiin ohjatusti ja Web-sovellus kertoi yksityiskohtaisesti jokaisen vaiheen. Yhdistämisen aikana laitteelle tehtiin verkkomäärittelyt. Internetyhteys voidaan luoda Wifi-verkon kautta tai SIM-kortilla, mikäli halutaan lisäksi tekstiviestejä ja hälytyksiä kännykkään. Laitteessa on myös Bluetooth-yhteys. Tässä testissä internetyhteys luotiin Wifi-yhteydellä.

Laitteelle ladataan asennuksen yhteydessä JavaScript-pohjainen cloud.json -yksilöintitiedosto. Tiedosto sisältää laitteen yksilöintitiedot, tiedon tallennuskohteen sekä asennuksen yhteydessä määritetyt verkkoasetukset. Laitteen tukema yhdistämisprotokolla on http. Seuraavaksi alla esitettynä Thingsee -monitoimilaitteen cloud.json -yksilöintitiedosto, joka on kopioitu tässä testissä käytetystä Thingsee -monitoimilaitteesta. Laitteen verkkoasetukset ja yksilöintitiedot on peitetty.

```
{
  "connectors": [
    {
      "connectorId": 1,
      "connectorName": "Thingsee Cloud",
      "api": "v2",
      "protocol": "http",
      "host": "api.thingsee.com",
      "port": 80,
      "deviceAuthUuid": "XXXX",
```

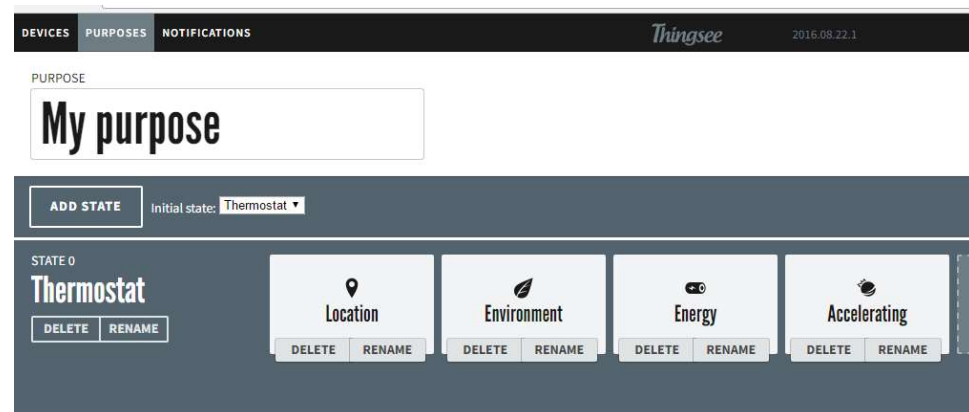
```

    "deviceAuthToken": "XXXX"
  },
  "connections": [
    {
      "wifiConnections": [
        {
          "ssid": "XXXXXX",
          "password": "XXXXXXXXXX",
          "encryption": "wpa",
          "connectionId": 1
        }
      ]
    }
  ]
}

```

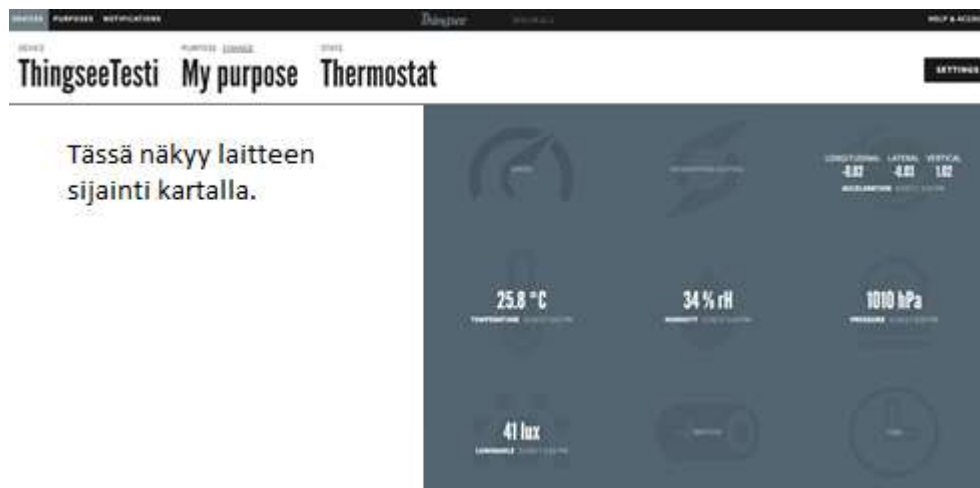
(Thingsee cloud.json -yksilöintitiedosto 2017)

Laitteelle on määriteltävissä monipuolinen valikoima tapahtumia. Web-sovellukseen määriteltiin erilaisia tapahtumia, kuten paikantaminen, lämpötilan-, kosteuden- ja ilmanpaineen mittaaminen, akun tila sekä laitteen liikettä mittaavat sensorit. Tapahtumat on esitetty kuvassa 29.



Kuva 29. Kuvankaappaus Thingsee tapahtumien määrittämisestä Thingseen web-sovelluksesta.

Thingsee lähettää ensimmäisessä testissä kaikki pyydyt tiedot Thingseen omalle Web-alustalle. Kuvassa 30 on esitetty kojelautaa, jossa laitteen lähettämät tiedot esitetään reaaliaikaisesti.



Kuva 30. Kuvankaappaus Thingsee kojelauta Thingseen web-sovelluksesta.

Ennen yhdistämistä luodaan uusi Internet of Things Starter. Tämä siksi, että työkalu luo valmiiksi kaiken tarvittavan, eli Watson IoT-alustan, Node-RED -applikaation sekä tietokannan. Alustan luomisen jälkeen alusta käynnistetään.

Thingseen asetuksiin pitää määritellä Watson IoT-alustan tiedot, jotta laite osaa lähettää tiedot eteenpäin. Thingseen asetuksissa toiseen pilvipalveluun yhdistämiseen on kaksi mahdollisuutta. Yksi tapa on, että Thingseen Web-sovelluksessa [app.thingsee.com](http://app.thingsee.com) määritellään jokaiseen luotuun tapahtumaan erikseen halutun pilvipalvelun URL-osoite kohtaan Custom cloud URL, kuten kuvassa 31. Tällöin laitteen tiedot siirtyvät ensin Thingseen Web-sovellukseen, josta ne edelleen lähetetään toiseen pilvipalveluun. Toinen tapa on muokata `cloud.json` yksilöintitiedostoa, jolloin laite lähettää kaikki laitteen keräämät tiedot suoraan toiseen pilvipalveluun. Tiedostoon pitää muuttaa toisen pilvipalvelun URL-osoite, portti sekä muut yksilöintitiedot, joiden on oltava samat, kuin mitä kohdealustalle asennetaan. Tiedoston muokkaamisessa on hyötyä JavaScriptin -koodin tuntemisesta.



PURPOSE ← BACK

# My purpose

**ACTIONS**

LOW ENERGY SENSES

ACCELERATION

TIME

POLLING SENSES

LOCATION

SPEED

ENVIRONMENT

ENERGY

ALPHA/PREVIEW

ORIENTATION (ALPHA)

## When

Latitude sensor has any value

AND

Longitude sensor has any value

## Then

Change active state to: No change

☐ Send saved logs to cloud

☒ Send event to cloud

☒ Custom cloud URL

http://

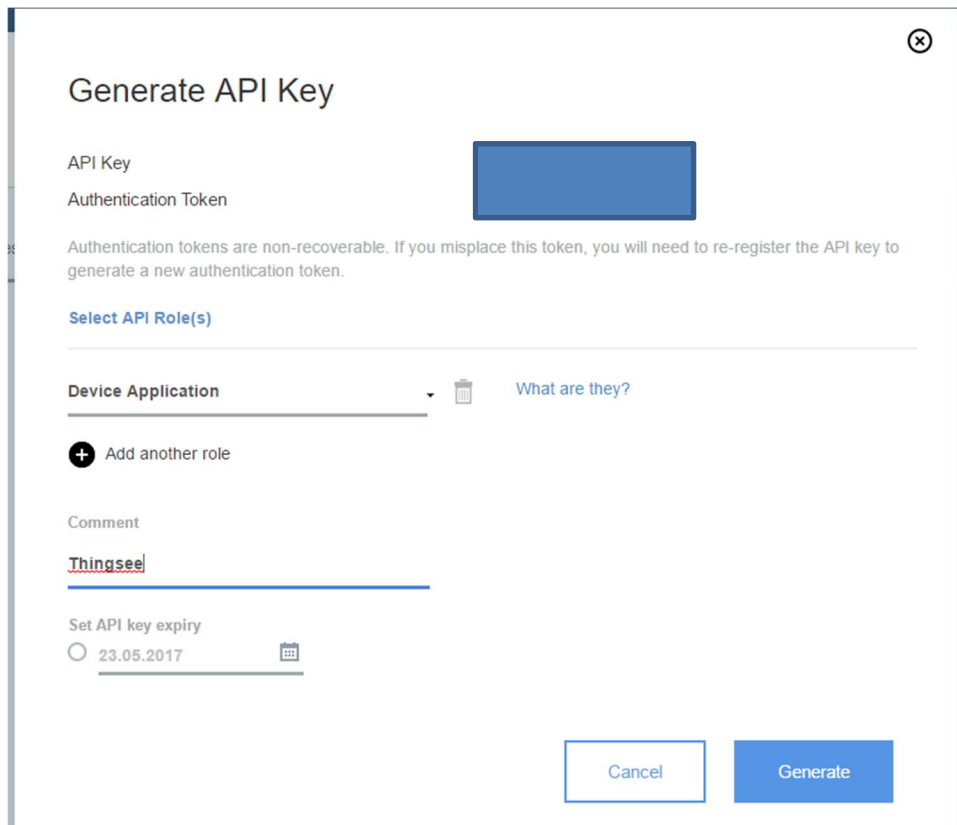
☐ Send event as push notification

☐ Send SMS message

Kuva 31. Kuvankaappaus URL-osoitteen lisääminen app.thingsee.com sovellukseen Thingseen web-sovelluksesta.

Kokeillaan Watson IoT-alustan URL-osoitteen lisäämistä Thingseen Web-sovellukseen, jolloin laitteen cloud.json -yksilöintitiedostoon ei tarvitsisi tehdä muutoksia. Kopioidaan IoT-Watson -alustan URL-osoite web-selaimen osoiteriviltä ja liitetään se kuvan 31 mukaiseen kohtaan.

Tämän jälkeen mennään Watson IoT-alustalla paikkaan Apps, joka löytyy vasemmalta valikosta. Poistetaan jo olemassa oleva Starter-työkalun luoma API Key ja luodaan uusi painamalla Generate API Key. Kuvassa 32 luodut API Key -asetukset.



**Generate API Key**

API Key

Authentication Token

Authentication tokens are non-recoverable. If you misplace this token, you will need to re-register the API key to generate a new authentication token.

Select API Role(s)

Device Application What are they?

+ Add another role

Comment

Thingsee

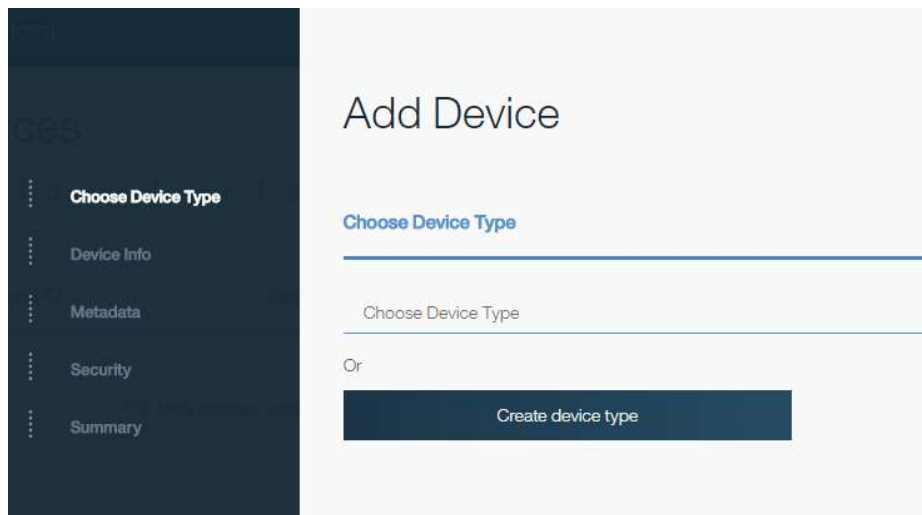
Set API key expiry

23.05.2017

Cancel Generate

Kuva 32. Kuvankaappaus Thingsee API Key Watson IoT-alustalla.

Tämän jälkeen luodaan alustalle uusi Device. Valitaan vasemmalta Devices ja add Device. Valitaan Create device type, kuva 33. Tämän jälkeen painetaan vielä uudestaan seuraavasta ikkunasta Create Device type.



**Add Device**

Choose Device Type

Choose Device Type

Or

Create device type

Kuva 33. Kuvankaappaus IoT-laitteen lisäämisestä Watson IoT-alustalle.

Seuraavaksi annetaan laitteelle nimi ja kuvaus, kuten kuvassa 34. Seuraavassa ikkunassa kysyttyjä tyyppimäärittäjiä ei tarvitse vielä tehdä, ne voi tehdä tarvittaessa myöhemmin. Viimeisessä ikkunassa painetaan Create.

**Create Device Type**

**General Information**

**Name**

The device type name is used to identify the device type uniquely, using a restricted set of characters to make it suitable for API use.

**Description**

The device type description can be used for a more descriptive way of identifying the device type.

Kuva 34. Kuvankaappaus Thingseen lisäämisestä Watson IoT-alustalle.

Tämän jälkeen tullaan kuvan 35 mukaiseen kohtaan, josta valitaan juuri luotu laite ja painetaan Next.

**Add Device**

**Choose Device Type**

ThingseeTest1

Or

Create device type

Kuva 35. Kuvankaappaus Thingseen lisäämisestä Watson IoT-alustalle.

Seuraavaksi annetaan lisättävän laitteen ID, kuten kuvassa 36.

**Add Device**

**Device Info**

Device ID is the only required information, however other fields are populated according to the attributes set in the selected device type. These values can be overridden, and attributes not set in the device type can be added.

**Device ID**

+ Additional fields

Kuva 36. Kuvankaappaus Thingseen lisäämisestä Watson IoT-alustalle.

Viimeisessä ikkunassa kysytään laitteen token eli laillisuustunnusta, kuten kuvassa 37. Tunnuksen voi luoda itse tai alustan voidaan antaa generoida se automaattisesti.

Kuva 37. Kuvankaappaus Thingseen lisäämisestä Watson IoT-alustalle.

Laite luodaan painamalla viimeisessä ikkunassa Add. Tämän jälkeen ikkunaan aukeaa juuri luodun laitteen tiedot, kuten kuvassa 38. Nämä kannattaa ottaa talteen, koska niitä tullaan tarvitsemaan, kun asetuksia määritellään Node-RED-applikaatiossa.

Kuva 38. Kuvankaappaus Thingseen infotaulusta Watson IoT-alustalla.

Kuvassa 39 on alustan Device lista, jossa näkyy juuri alustalle luotu Thingsee -laite. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että itse laite olisi vielä yhdistettynä alustalle.

Device ID	Device Type	Class ID	Date Added	Location
9d1375e0-3bbf-11e7-97d2-770f34af2e12	ThingseeTest1	Device	18.5.2017 10.31.47	

Kuva 39. Kuvankaappaus Watson IoT-alustalle lisätystä Thingsee -laitteesta.

Tarkastetaan, tuleeko alustalle Thingseestä dataa valitsemalla vasemmalta Boards ja Device-centric analytics tai valitsemalla Devices ja Recent Events. Valitettavasti laitetta ei kuitenkaan näy näkymässä. Watson IoT -alusta

vaatii, että alustalle luodut API Key -tunnukset syötettäisiin lähettävään laitteeseen ja koska Thingseen Web-sovelluksessa ei tällaista mahdollisuutta ole, ei yhdistäminen onnistu näin helposti. Todetaan, että Web-sovelluksesta ei pystytä siirtämään tietoja suoraan Watson alustalle.

Seuraavaksi kokeiltiin Thingseen cloud.jsn -yksilöintitiedoston muokkaamista. Tiedostoon olisi pitänyt lisätä tarvittavat identifiointitiedot, ainakin siis API Key ja Authentication Token. Muokkaaminen oli täysin kokeilujen varassa, koska mitään ohjeistusta, kuinka koodi pitäisi muokata ei ollut löytynyt.

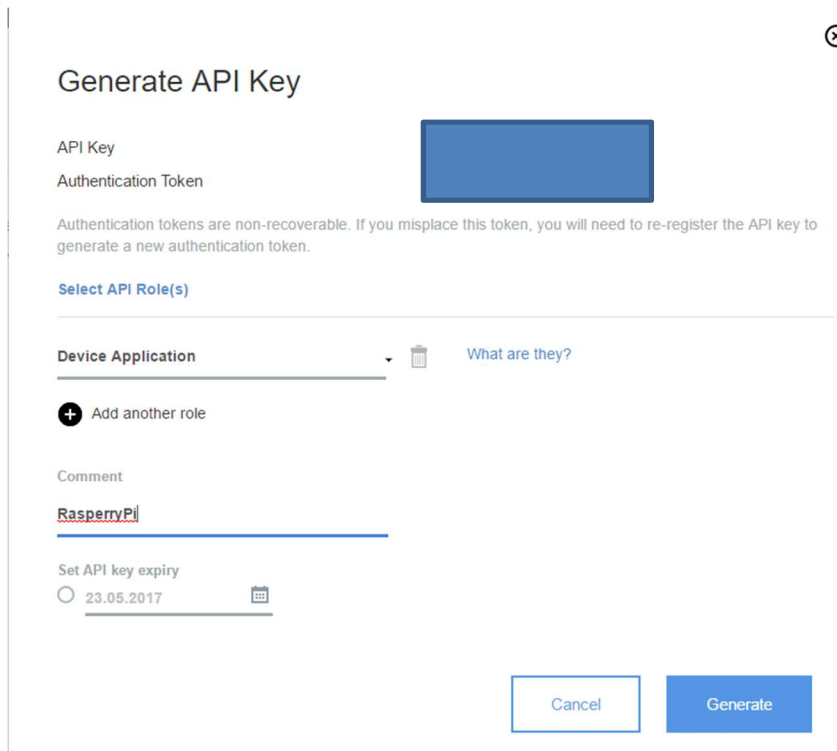
Useiden koodin muokkausyritysten jälkeen todettiin, että yhdistämistä ei saada onnistumaan. Yhdistämisen ongelmista keskusteltiin asiakkaan kanssa ja asiakas tutki myös tahollaan yhdistämistä. Tutkimisen jälkeen todettiin, että Thingseen tuki on olematonta ja yhdistämisyrityksiä IBM Bluemix -kehittämisalustalle ei enää jatketa.

## 8.2 Raspberry Pi:n yhdistäminen kehittämisalustaan

Seuraavaksi yhdistettiin Raspberry Pi Watson IoT-alustaan. Laite sijaitsee fyysisesti Hämeen ammattikorkeakoulun tiloissa. Laite asennettiin lähettämään sieltä lämpötilaa ja valoisuutta Bluemix Watson IoT-alustalle API Keyn avulla.

Luodaan Internet of Things Starter, jolloin muodostuu automaattisesti kaikki tarvittava eli Watson IoT-alusta, Node-RED-applikaatio sekä NoSQL-pohjainen tietokanta. Kaikki osat voi halutessa myös luoda erikseen, mutta työkalun avulla kaikki on kätevä luoda kerralla. Tämän jälkeen voi haluamiaan ominaisuuksia lisätä ja yhdistää jo luotuihin palveluihin.

Poistetaan Watson IoT-alustalta Starter -työkalun luoma API Key ja lisätään alustalle uusi API Key vasemmalta valikosta kohdasta Apps ja painetaan Generate API Key. Kuvassa 40 luotu API Key.



Generate API Key

API Key

Authentication Token

Authentication tokens are non-recoverable. If you misplace this token, you will need to re-register the API key to generate a new authentication token.

Select API Role(s)

Device Application

+ Add another role

Comment

RaspberryPi

Set API key expiry

23.05.2017

Cancel Generate

Kuva 40. Kuvankaappaus API Key luonti Watson IoT-alustalla.

Luodaan uusi Device Type ja Device vasemmalta valikosta kohdasta Device ja painetaan Add Device. Seurataan ohjeistusta kohdasta 9, jossa näiden lisääminen on jo aikaisemmin ohjeistettu. Otetaan talteen kuvan 38 mukainen infotaulu.

Näiden asetusten luomisen jälkeen lähetettiin API Keyn ja Devicen tiedot Hämeen ammattikorkeakouluun Raspberry Pin konfigurointia varten. Yhdistämisen jälkeen tarkastetaan, siirtyykö laitteesta dataa alustalle. Tietoja voidaan katsoa valitsemalla valikosta Boards ja Device-Centric Analytics. Kuvassa 41 on esitettynä Raspberry Pin lähettämät tiedot, lämpötila sekä valoisuus.

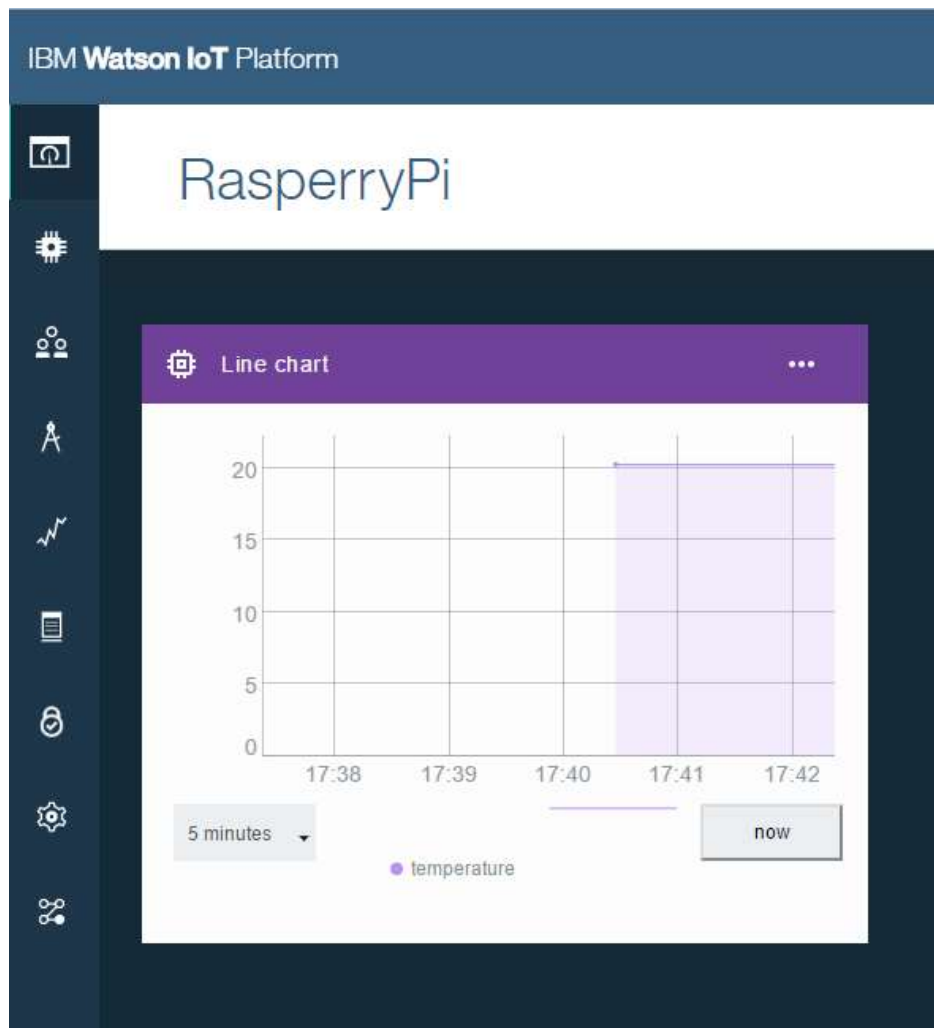


Device Properties	
Device name	RaspberryPi1
light	Normal
temperature	19.609374999999996

Kuva 41. Kuvankaappaus Raspberry Pin lähettämistä tiedoista Watson IoT-alustalla.

Laitteesta lähetettyä dataa ei tarvitse mitenkään muuttaa, vaan se on käytettävissä sellaisenaan. Seuraavaksi luodaan laitteen lähettämälle lämpötilalle kuvaaja. Luodaan uusi taulu valitsemalla vasemmalta valikosta Boards ja painetaan Create New Board. Valitaan haluttu kuvaajan ulko-muoto, joka tässä tapauksessa on Line chart. Tehdään kuvaajan asetukset sen mukaan, minkälainen lopputulos halutaan.

Kuvassa 42 esitetään valmis lämpötilakuvaaja. Kuvaaja esittää Raspberry Pin lähettämää lämpötilaa. Data kuvaajaan päivittyy kolmen minuutin välein.



Kuva 42. Kuvankaappaus Lämpötilakuvaajasta Watson IoT-alustalta.

Raspberry Pin lähettämät tiedot tallentuvat Bluemixn NoSQL -pohjaiseen tietokantaan, jonka voi avata samasta valikosta Watson IoT-alustan kanssa, kuten kuvassa 43.

All Services (2)

Services 3/10 Used

NAME	SERVICE OFFERING
RaspberryPiDemo-cloudantNoSQLDB	Cloudant NoSQL DB
RaspberryPiDemo-iotf-service	Internet of Things Platform

Kuva 43. Kuvankaappaus Raspberry Pin IBM Bluemix -palveluista.

Avaamalla tietokannan, avautuu tietokannan oma käyttöliittymä, joka on esitetty kuvassa 44. Käyttöliittymässä voi tehdä tallennetusta datasta esimerkiksi JSON-kyselyitä. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia kuitenkin vain tiedon tallentaminen tietokantaa, joten tietokannan toimintaa ja ominaisuuksia ei esitellä sen tarkemmin.

Databases

Your Databases

Name	Size
_warehouse	1.4 KB
nodered	28.7 KB

Kuva 44. Kuvankaappaus Bluemix NoSQL-pohjaisen tietokannan käyttöliittymästä.

Seuraavaksi asetettiin Raspberry Pi lähettämään dataa Node-RED-applikaatioon, jotta dataa voisi muuntaa tarvittaessa. Yhteys alustalta luotiin sinne luodun API Key:n avulla. Luodaan Node-RED-applikaatioon kuvan 45 mukaiset Nodet.





Kuva 45. Kuvankaappaus Nodeista Node-RED -applikaatiosta.

Nodeen IBM IoT App in luotiin ensin uusi API Key valitsemalla oikealta puolelta kynän kuva. Avautuvaan ikkunaan syötettiin alustalla aikaisemmin luodun API-Key:n API Key ja API Token. Tämän jälkeen Nodeen tehtiin kuvan 46 mukaiset asetukset.

Edit ibmiot in node		
Delete Cancel Done		
Authentication	API Key	
API Key	RaspberryPi	[Edit Icon]
Input Type	Device Event	
Device Type	<input checked="" type="checkbox"/> All or	RaspberryPi
Device Id	<input checked="" type="checkbox"/> All or	RaspberryPi1
Event	<input checked="" type="checkbox"/> All or	+
Format	<input checked="" type="checkbox"/> All or	json
QoS	0	
Name	IBM IoT App In	

Kuva 46. Kuvankaappaus IoT app in -Noden asetukset Node-RED -applikaatiosta.

Function -Nodeen ja msg-payload -Nodeen ei tarvinnut tässä vaiheessa tehdä muutoksia. Kuvassa 47 on esitettyä laitteen Watson IoT-alustan kautta Node-RED-applikaation tuleva data Debug-näytössä.



Kuva 47. Kuvankaappaus Raspberry Pin lähettämästä datasta Node-RED -applikaatiossa.

Node-RED-applikaatioon siirtämisen jälkeen datalle voi tehdä haluamiaan muokkauksia, rajauksia tai esimerkiksi hälytyksiä. Muokattu tai suodatettu data voidaan tämän jälkeen lähettää takaisin Watson IoT-alustalle uudelleen analysoimista ja visuaalista esittämistä varten. Data voidaan lähettää myös toiseen tietokantaan, URL-osoitteeseen tai sähköpostiin.

## 9 TULOKSET JA YHTEENVETO

Opinnäytetyössä pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Minkälaisia pohjatietoja vaaditaan, että voidaan työskennellä IBM Bluemix -alustalla? Mitä palveluita IBM Bluemix tarjoaa IoT -aiheisten prototyyppien tekemiseen? Mikä on Node-RED ja mihin se soveltuu? Mitä käsittelyä data vaatii ennen tiedon tallentamista tietokantaan ja miten tietoa voidaan visualisoida? Miten laite yhdistetään http- tai MQTT -protokollan avulla?

Mitä pohjatietoja IBM Bluemix -kehittämisalustan käyttäminen vaatii? Tutkimuskysymykseen vastattiin tutkimuksessa selvinneiden tietojen perusteella, sekä omien käyttökokemusten perusteella. Alustan käyttämiseen tarvitaan yleistä tuntemusta kehittämisalustoista, IoT-laitteista sekä jonkin verran IT-osaamista. Tarkempaa osaamista laitteistosta ei pohjatiedoksi vaadita. On kuitenkin hyvä ymmärtää mikä on kehittämisalusta, mikä on IoT-laite ja mitä niillä voidaan tehdä sekä tuntee IT-peruskäsitteitä. IBM Bluemix on hyvin laaja ja monipuolinen kokonaisuus, mutta kaiken käyttämistä varten tarvittavan tiedon löytää alustalta ja alustan ohjeista. Pohjatietona on hyvä ymmärtää JavaScript -ohjelmointikieltä, mutta tarvetta koodin kirjoittamisen osaamiselle ei välttämättä kuitenkaan ole. Node-RED -applikaatiossa Nodeille luodaan funktioita, joissa käytetään JavaScript -ohjelmointikieltä. JavaScript -koodeja löytyy paljon myös valmiina node.js kirjastosta. Mikäli valmista koodia ei kuitenkaan löydy, on se osattava laatia itse. Data voidaan siirtää IoT-laitteista ja se voidaan esittää visuaalisesti ja tallentaa tietokantaa ilman yhdenkään JavaScript -koodin kirjoittamista.

Mitä palveluita IBM Bluemix tarjoaa IoT -aiheisten prototyyppien tekemiseen? Tutkimuskysymykseen vastattiin tutkimuksen pohjalta. IBM Bluemix -kehittämisalustalle on räätälöitävissä monipuolinen asiakkaan käyttötarkoitukseen soveltuva paketti. IBM Bluemix tarjoaa esimerkiksi laas- ja Paas-palvelut ja Bare Metal sekä virtuaalipalvelimet. Valittavana on erilaisia datan tallennus- ja varastointipalveluita sekä erilaisia verkkopalveluita. Saatavilla on monipuolisesti sovelluksia ja työkaluja IoT-laitteen yhdistämiseen IoT-Watson kehittämisalustalle sekä laitteen datan käsittelyyn ja analysointiin soveltuvia työkaluja. Tietoturva on huomioitu ja sitä varten on saataville eri vaihtoehtoja.

Mikä on Node-RED ja mihin se soveltuu? Tutkimuskysymykseen vastattiin tutkimuksen perusteella. Node-RED on ohjelmointityökalu, jonka avulla voidaan yhdistää eri laitteita ja tapahtumia. Node-RED koostuu Node.js-pohjaisesta runtime -ohjelmasta. Työkalua voidaan käyttää paikallisesti koneelle asennettavan asennusohjelman avulla, pilvipalvelussa tai jollain laitteella, kuten esimerkiksi Android-sovelluksella. Applikaatiossa dataa voidaan muokata tai asettaa ehtoja ja hälytyksiä. Applikaatiosta muokattu

data voidaan lähettää eteenpäin toiseen kohteeseen jatkokäsittelyä tai visuaalista esittämistä varten. Mahdolliset luodut hälytykset voidaan lähettää eteenpäin esimerkiksi tekstiviestinä tai sähköpostina.

Mitä käsittelyä data vaatii ennen tiedon tallentamista tietokantaan ja miten tietoa voidaan visualisoida? Tutkimuskysymykseen vastattiin tutkimuksen perusteella. Laitteiden lähettämä data voidaan tallentaa sellaiseenaan tietokantaan sekä esittää visuaalisesti. Dataa ei tarvitse muokata mitenkään yhdistämisen yhteydessä tai ennen tietokantaan tallentamista, vaan data on käytettävissä sellaisenaan. Mikäli datan siirtää kuitenkin alustalta Node-RED-applikaatioon, pääsee dataa muokkaamaan ja tekemään siihen rajoituksia.

Miten laite yhdistetään http- tai MQTT-protokollan avulla? Tutkimukseen vastattiin tutkimuksen ja käytännön osuuden perusteella. Watson IoT-alustalle liitetään API Keyn tai Quickstartin avulla erilaisia IoT-laitteita. Erilaisia protoja tekemällä, saa parhaiten selville alustan ominaisuudet, hyödyt ja mahdollisuudet. Erilaisten laitteiden yhdistäminen ei kuitenkaan ole aina ihan yksinkertaista tai helppoa, kuten IBM Bluemixin ohjeistukset antavat ensin ymmärtää. Suurimmaksi haasteeksi tuli esimerkiksi Thingseen kohdalla se, että vaikka Bluemixin puolella oli saatavilla runsaasti ohjeita eri IoT-laitteiden yhdistämiseen, ei Thingseen puolelta löytynyt sellaista ainutakaan. Ohjeistuksia ei Thingseen puolella ollut oikeastaan lainkaan, vaan kaikki saatavilla oleva tieto oli muiden käyttäjien käyttökokemuksia. Valitettavasti ainutakaan kokemusta Thingseen yhdistämisestä Bluemixiin ei löytynyt. Muiden alustojen yhdistämisohjeet eivät soveltuneet suoraan sellaisenaan tähän tarkoitukseen. Tästä syystä Thingseen yhdistäminen epäonnistui.

Raspberry Pi yhdistettiin API Keyn avulla lähettämään lämpötilaa ja valoisuutta Hämeen ammattikorkeakoulusta suoraan luomalleni Bluemix -alustalle. Tiedon siirtäminen alustalle onnistui ja tiedosta pystyttiin muodostamaan visuaalisia kuvaajia. Data siirrettiin myös alustalta Node-RED-applikaatioon, jossa sille olisi voinut tehdä rajoituksia ja muokkauksia sekä lähettää se jälleen takaisin alustalle tai johonkin toiseen kohteeseen. Rajoitukset olisi pitänyt tehdä function -Noden sisälle, mikä olisi vaatinut JavaScript -koodin osaamista.

Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta, että IBM Bluemix -kehittämisalusta on erittäin laaja kokonaisuus, jossa on paljon erilaisia mahdollisuuksia. Kehittämisalusta soveltuu hyvin IoT-prototyyppien kehittämisalustaksi. Kehittämisalustalta löytyy oikeastaan kaikki mitä yhdistämiseen sekä datan tallentamiseen, käsittelyyn ja visualisointiin tarvitaan. Mikäli jotain jäi kaipaamaan, voi datan tarvittaessa lähettää vielä toiseen kohteeseen jatkokäsittelyä varten.

Mitä opin? Opin erittäin laajasti IBM Bluemix -kehittämisalustasta sekä sen tarjoamista mahdollisuuksista. Käytännön osuudessa opin yhdistämään

IoT-laitteita kehittämislustaan, siirtämään datan Node-RED-applikaatioon datan käsittelyä varten sekä laatimaan datalle visuaalisia kuvia. Esineiden internet on tulevaisuutta ja sen merkitys tulee tulevaisuudessa vielä paljon kasvamaan. Opinnäytetyön kautta opin ymmärtämään esineiden internettiä laajemmin kokonaisuutena ja opin ymmärtämään sen mahdollisuuksista tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

Abousedera, K. (2015). IBM. IBM Bluemix – From Idea to Application. Infrastructure-as-a-Service vs. Platform-as-a-Service. Haettu 5.5.2017 osoitteesta <https://www.ibm.com/blogs/bluemix/2015/07/ibm-bluemix-whitepaper/>

Aitoa. (n.d). Mikä on SSL-sertifikaatti. Haettu 15.5.2017 osoitteesta <http://www.aitoa.fi/ssl-sertifikaatti-mika-on-ja-miksi>

Botelho, B. (2013). Explained: What is Internet of Things. Haettu 25.4.2017 osoitteesta <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/feature/Explained-What-is-the-Internet-of-Things>

DNA. (n.d). Teollinen Internet. Haettu 25.4.2017 osoitteesta [http://uusityo.dna.fi/wp-content/uploads/2017/03/IoT-juliste Tata-on-teollinen-internet.pdf](http://uusityo.dna.fi/wp-content/uploads/2017/03/IoT-juliste_Tata-on-teollinen-internet.pdf)

Haapavaara, H. (2015). Se on ihmelaite. Kauppalehti 24.2.2015. Haettu 7.6.2017 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/se-on-ihmelaite/FwDT3WNb#!>

Eronen, H. (2016). Mikä pilvipalvelu sopii yrityksellesi? Blogijulkaisu 15.3.2016. Haettu 15.5.2017 osoitteesta <http://blog.planeetta.net/iaas-paas-saas>

HAMK. (n.d). Älykkäät Palvelut -tutkimusyksikkö. Haettu 15.4.2017 osoitteesta <http://www.hamk.fi/tyoelamalle/tutkimusyksikot/alykkaat-palvelut/Sivut/default.aspx>

IBM Bluemix. (n.d). IBM Bluemix. Haettu 04.-06. 2017 osoitteesta <https://www.ibm.com/cloud-computing/bluemix/>

IBM. (n.d). Node-RED. Haettu 15.5.2017 osoitteesta <https://developer.ibm.com/code/open-source-ibm/node-red/>

IoT Finland. (n.d). Internet of Things on mahdollisuus. Haettu 15.4.2017 osoitteesta <http://iotfinland.fi/>

Linux. (2016). VMware. Haettu 15.5.2017 osoitteesta <https://www.linux.fi/wiki/VMware>

Node-RED. (n.d). Node-RED. Flow based programming for the Internet of Things. Haettu 1.5.2017 osoitteesta <http://nodered.org/>

Nuori yrittäjyys. (n.d). Prototyyppi tuotteesta. Haettu 15.4.2017 osoitteesta <http://nystartup.fi/prototyypin-kehittely/>

Puuronen, O. (2012). Mikä on Raspberry Pi ja miksi kaikki puhuvat siitä? Haettu 23.5.2017 osoitteesta <http://www.hilavitku-tin.com/2012/03/12/mika-on-raspberry-pi-ja-miksi-kaikki-puhuvat-siita/>

Raspberry Pi. 2017. Raspberry Pi. Haettu 21.5.2017 osoitteesta <https://www.raspberrypi.org/app/uploads/2015/01/Pi2ModB1GB-comp.jpeg>

Rouse, M. (n.d). TechTarget.Bare metal environment. Haettu 7.6.2017 osoitteesta <http://searchservervirtualization.techtarget.com/definition/bare-metal-environment>

Santos, H. (n.d). Export Finland. Mikä Hadoop? Haettu 15.5.2017 osoitteesta [www.exportfinland.fi/in-front/mika-hadoop](http://www.exportfinland.fi/in-front/mika-hadoop)

Techopedia. (n.d). Network File System. Haettu 7.6.2017 osoitteesta <https://www.techopedia.com/definition/1845/network-file-system-nfs>

Techopedia. (n.d). Virtual Local Area Network. Haettu 7.6.2017 osoitteesta <https://www.techopedia.com/definition/4804/virtual-local-area-network-vlan>

Thingsee. (n.d). Thingsee. Haettu 05.2017 osoitteesta <https://thingsee.com/>

Verkkokauppa. (n.d). Thingsee One IoT monitoimilaite & kehitysalusta. Haettu 25.4.2017 osoitteesta <https://www.verkkokauppa.com/fi/product/17041/fjhqk/Thingsee-One-IoT-monitoimilaite-kehitysalusta-Rocky-Grey>

Verronen, P., Kaartinen, H., & Nokela, S. (2016). *Tulevaisuuden Internet of Things mittaussympäristöt*. Opinnäytetyö. Centria-ammattikorkeakoulu. Haettu 25.4.2017 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104914/978-952-7173-00-8.pdf>

Vänskä, O. (2012). Node.js mullistaa ohjelmointia. Haettu 6.6.2017 osoitteesta <http://www.tivi.fi/Uutiset/2012-01-26/Node.js-mullistaa-ohjelmointia-3189519.html>